DIE SÜSSWASSERFLORA

DEUTSCHLANDS, ÖSTERREICHS UND DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON

A. PASCHER

HEFT 12:

CYANOPHYCEAE

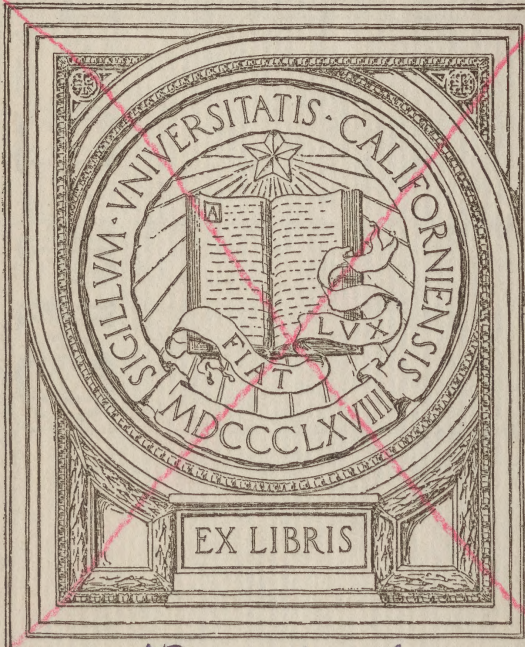
CYANOCHLORIDINAE

CHLOROBACTERIACEAE

BEARBEITET VON

L. GEITLER UND A. PASCHER

GUSTAV FISCHER · JENA.



Property of
LIBRARY OF
E. YALE DAWSON
W. L. Gardner

DIE SÜSSWASSER-FLORA DEUTSCHLANDS, ÖSTERREICHS UND DER SCHWEIZ

BEARBEITET VON

Prof. Dr. G. Beck-Mannagetta (Prag), Dr. O. Borge (Stockholm), J. Brunnthaler (Wien) †, Dr. L. Geitler (Wien), Dr. F. Grönblad (Helsingfors), Dr. W. Heering (Hamburg) †, Prof. Dr. Kolkwitz (Berlin), Dr. E. Lemmermann (Bremen) †, Dr. J. Lütkemüller (Baden b. Wien) †, W. Mönkemeyer (Leipzig), Prof. Dr. W. Migula (Eisenach), Prof. Dr. A. Pascher (Prag), Dr. H. Printz (Drontheim), Prof. Dr. V. Schiffner (Wien), Prof. Dr. J. Schiller (Wien), Prof. Dr. A. J. Schilling (Darmstadt), H. von Schönfeldt (Eisenach), C. H. Warnstorf (Friedenau b. Berlin) †, Kustos Dr. A. Zahlbruckner (Wien).

HERAUSGEGEBEN VON

Prof. Dr. A. PASCHER (Prag)

HEFT 12:

CYANOPHYCEAE

BEARBEITET VON

L. GEITLER

WIEN

MIT 560 ABBILDUNGEN IM TEXT

CYANOCHLORIDINAE = CHLOROBACTERIACEAE

BEARBEITET VON

L. GEITLER und **A. PASCHER**

WIEN PRAG

MIT 14 ABBILDUNGEN IM TEXT

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

1925

UNIV. OF CALIFORNIA

QK105 R3 v.12

ALLE RECHTE VORBEHALTEN

COPYRIGHT 1925
BY GUSTAV FISCHER, PUBLISHER,
JENA

QK
105
S938
1913
v.12
BOT

LIBRARY OF
E. YALE DAWSON

Vorwort.

Die vorliegende Süßwasserflora geht auf kleine Übersichten und Tabellen zurück, wie ich sie in meinem Sporenpflanzenpraktikum verwendete. Als die Süßwasserfauna von Brauer erschien, nahmen die Ideen bestimmtere Formen an und so erscheint die Süßwasserflora gewissermaßen als Gegenstück zur Süßwasserfauna und auch in ihrem Kleide. Die Süßwasserflora geht aber weit über den Rahmen der Süßwasserfauna hinaus: sie umfaßt Deutschland, Österreich und die Schweiz und behandelt auch viele Formen der anstoßenden Randgebiete. Damit ist der Benutzer in den Stand gesetzt, nicht nur Wiederholungs-, sondern auch Neubeobachtungen zu machen und damit auch seine floristische Kenntnis zu erweitern. Großes Gewicht wurde ferner auch gelegt auf die Betonung ungeklärter Formen, strittiger Fragen in bezug auf Entwicklungsgeschichte und Verwandtschaft, sowie auf Hinweise auf Lücken in unserem Wissen über die einzelnen Hydrophyten. Dadurch wieder kann der Benutzer glückliche Zufälle in der Erlangung geeigneten Materiales, und wie sehr ist jeder besonders bei den Niederen auf derartige glückliche Zufälle angewiesen, auch zur Vervollständigung unseres Wissens verwenden.

Im allgemeinen wurde das vorausgesetzt, was die gebräuchlicheren Lehrbücher der Botanik (Bonner Lehrbuch, Giesenhagen, Prantl-Pax, Chodat u. a.) bringen. Gleichwohl hielt ich es im Interesse von Anfängern für angezeigt, der speziellen Behandlung jeder einzelnen größeren Gruppe noch einen allgemeinen Teil vorauszuschicken, der das Wichtigste aus der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, der Biologie, den Untersuchungs-, Kultur- und Präpariermethoden enthält.

Betonen möchte ich ferner, daß die vorliegende Bearbeitung großenteils keine bloße Kompilation wie so viele der in letzter Zeit speziell über die niederen Pflanzen erschienenen Florenwerke darstellt. Viele Gruppen erfuhren, manche das erstemal überhaupt, eine kritische Durcharbeitung, ich verweise hier nur auf die Chryso- und Cryptomonaden, die Peridineen und andere Flagellaten, die Volvocales, Protococcales, die Ulotrichales, Desmidiaceae, Cyanophyceae und viele anderen Familien, kritische Bearbeitungen, die sich wohl mehr dem Fachmann als solche darbieten.

Unsere geringe und so mangelhafte Kenntnis mancher Gruppen niederer Pflanzen hat der übersichtlichen Darstellung des Ganzen große Schwierigkeiten bereitet. Durch geeignete Einschübe und sub linea Noten wurde überall auf immerhin mögliche Verwechslungen mit konvergenten Formen hingewiesen, ohne daß größere Wiederholungen überhaupt notwendig wurden.

Das Heft Phytoplankton ist hauptsächlich für jene Hydrobiologen gedacht, die, ohne Botaniker von Fach zu sein, sich in

638190

diesem Heft leicht, ohne sich erst durch die ungeheuere Zahl der Süßwasserformen durcharbeiten zu müssen, über die planktontischen Formen orientieren können. Deshalb werden diesem Hefte auch übersichtliche Tabellen für sämtliche Gruppen, die für unsere heimische Süßwasserflora in Betracht kommen, beigegeben werden, Tabellen, die auch den Benutzern der anderen Hefte in zweifelhaften Fällen Hilfe bringen sollen.

Für Text und bildliche Darstellung übernimmt jeder der Herren Mitarbeiter seine Verantwortung, mit Ausnahme einiger zu Zwecken der Einheitlichkeit gemachten Einschübe und sub linea Noten, die auch, als zu meinen Lasten fallend, eigens (A. P.) signiert sind.

Sollte Einzelnes nicht in der erwarteten Weise geglückt sein, und das wird sich ja erst bei der Benutzung herausstellen, so bitte ich in erster Linie die großen Schwierigkeiten, die sich bei einer derartigen Arbeit, speziell aber bei der in einzelnen Gruppen so wenig bekannten Süßwasserflora vorfinden, in Betracht zu ziehen. — Darum werde ich aber auch gerne für unvoreingenommene Ratschläge empfänglich und dankbar sein, soweit sie sich nur im Rahmen des derzeit Erreichbaren und Möglichen bewegen.

Der Krieg und die Nachkriegszeit, wie auch das Ableben einiger Mitarbeiter haben das Erscheinen der Süßwasserflora geraume Zeit unterbrochen. Nun sollen aber die fehlenden Hefte innerhalb der nächsten Jahre erscheinen.

Diese lange Unterbrechung hatte auch zur Folge, daß besonders die zuerst erschienenen Hefte bereits einer Ergänzung bedürfen, die in Supplementheften die seither gemachten Fortschritte in der Kenntnis der Süßwasserflora bringen soll. Es ist erfreulich, feststellen zu können, daß diese Fortschritte großenteils im Zusammenhange mit unseren Bearbeitungen gemacht oder angeregt, ja teilweise erst durch sie ermöglicht wurden.

Prag, im Mai 1925.

A. P.

SMITHSONIAN
NOV 2 1999
LIBRARIES

Inhaltsübersicht.

Cyanophyceen 1
Charakteristik 1
Allgemeiner Teil 1
Cytologie 1
Endoplasten 1
Ektoplasten 1
Epiplasten 1
Centroplasma 2
Chromatoplasma 2
Farbstoffe 3
Assimilata 3
Vakuolisation 7
Keritomie 8
Pseudovakuolen 9
Ringschwielen 10
Querstreifung 10
Morphologie 11
vegetative Zellen 11
Membran 11
Scheide 12
Chemismus der Membran 12
Gestalt der Zellen 12
polare Differenzierung der Zellen 13
Teilung 13
Teilungsrythmus 14
Teilung nach drei Richtungen 15
Nannocyten 15
Fortpflanzungsorgane 16
Dauerzellen 16
Hormocysten 18
Heterocysten 18
laterale 19
terminale 20
Stellung 20
Schicksal 21
Deutung 21
Endosporen 21
Exosporen 23
Pseudovagina der Exosporen 24

Hormogonien 24
Planococcen 25

Thallusaufbau 25
nicht fädige Lager 25
Fadenbildung und Verzweigung 26
Pseudoparenchyme (Sohlen) 27
Nematoparenchym 28
Blastoparenchym 28
Koloniebildung der Chamaesiphoneen . . . 29
Scheitelzellen 30
Scheinverzweigung der Hormogoneen . . . 32
Schlingenbildung 32
V-Verzweigung 33
interkalares Wachstum 33

Entwicklungsgeschichte 34
Keimung der Dauerzellen 34
„ „ Hormocysten 34
„ „ Hormogonien 34
„ „ Endo- und Exosporen . . . 35

Phylogenie und Systematik 35

Biologie 36

Planktonten 36
Wasserblüten 37
Grundformen 38
Hochmoorformen 38
Tiefenformen, rote 38
chromatische Adaptation 39
Litoralformen 40
Wellenschlagzone 40
Formen des fließenden Wassers 41
terrestrische Formen 41
Beziehung zwischen Belichtung und Scheidenfärbung 42
Kalk fällende Formen 43
Kalk lösende Formen 43
Eisenspeichernde Formen 43
Symbiosen 45
epiphytische Blaualgen 45
endophytische „ 45
syncyanotische „ 45
intracellulär lebende Blaualgen 46

Untersuchungsmethoden 46
Färbung 46
Fixierung 47
Kultur 48

Literaturverzeichnis 49

Spezieller Teil 51

Bestimmungsschlüssel der drei Reihen 51
Chroococceae 52
Chroococcales 52

Croococcaceae 52
Entophysalidales 120
Entophysalidaceae 121
Chlorogloeaceae 121
Chamaesiphoneae 123
Pleurocapsales 124
Pleurocapsaceae 124
Dermocarpales 138
Dermocarpaceae 139
Chamaesiphonaceae 146
Siphononematales 159
Siphononemataceae 159
Hormogoneae 165
Stigonematales 165
Lorelliaceae 166
Pulvinulariaceae 169
Capsosiraceae 170
Loefgreniaceae 172
Nostochopsaceae 172
Stigonemataceae 178
Nostocales 202
Mastigocladaceae 203
Rivulariaceae 205
Scytonemataceae 243
Microchaetaceae 278
Nostocaeae 286
Oscillatoriaceae 337

Nachträge zu den Cyanophyceen
Nostoc Symbiosen 438

Systematische Nachträge zu den Gattungen:
Aphenocapsa 439
Aphanothece 439
Chroococcus 439
Gloeocapsa 439
Microcystis 442
Synechococcus 442
Synechocystis 442
Anabaena 442
Aulosira 443
Borzia 443
Calothrix 443
Croatella 444
Cylindrospermum 444
Dichothrix 444
Lithococcus 444
Lyngbya 445
Microcoleus 446
Nostoc 447
Oscillatoria 447
Plectonema 448

Schizothrix 448
Scytonema 449
Spirulina 449
Symploca 449
Tolypothrix 450
Voukiella 450

Cyanochloridinae = Chlorobacterieae 451
Merkmale 451
Allgemeiner Teil 421
Spezieller Teil 454
Unbenannte und in Symbiose lebende Formen . 462

Alphabetisches Namensverzeichnis 464

UNIV. OF CALIFORNIA

Cyanophyceae.

Bearbeitet von

Lothar Geitler (Wien).

(Mit 560 Abbildungen im Text.)

Merkmale.

Einzellige oder vielzellige Algen ohne Zellkern und Chromatophor. Protoplast in eine die Assimilationspigmente führende Rindenschichte (Chromatoplasma) und in eine trophischen und generativen Funktionen dienende farblose Innenpartie (Centroplasma) differenziert. Assimilationspigmente Chlorophyll, Phykozyan und Phykoerythrin, außerdem Karotin, blaugrüne, olivengrüne, gelbliche oder rosa bis violette, selten gelbgrüne, aber nie chlorophyllgrüne oder rein braune Farbentöne der Zellen hervorrufend. Assimilationsprodukt Glykogen bzw. Glykogen-Eiweißverbindungen. Fortpflanzung durch Zweiteilung, Endosporen, Exosporen, Hormogonien, Planococceen, Dauerzellen, Hormocysten, selten durch Heterocysten, häufig durch Fragmentation von Thallusteilen oder Zerfall des Thallus in einzelne Zellen. Begeißelte Stadien und sexuelle Fortpflanzung fehlen.

Allgemeiner Teil.

Cytologie.

Die Zelle der Cyanophyceen ist von dickflüssigem Protoplasma erfüllt. Es zeigt lakunöse Beschaffenheit, besitzt aber normalerweise keine Zellsaftvakuolen. In den Lakunen werden dreierlei Substanzen abgeschieden: im Zentrum der Zelle mehr oder weniger kugelige oder längliche, zähflüssige bis feste Gelballen, die Endoplasten. Sie liegen meist dicht und schließen dann zu einem scheinbar einheitlichen Körper, dem sogenannten Zentralkörper, zusammen. In Verbindung mit den Endoplasten entstehen die Epiplasten und die Ectoplasten. Die Epiplasten sind kleine, kaum wahrnehmbare oder große und auffallende kugelige Tröpfchen von starker Lichtbrechung, die in den plasmatischen Wabenwänden zwischen den Endoplasten oder seltener auch außen, dem Endoplastenaggregat aufsitzend, entstehen. Sie sind in ihrer Bildung deutlich an die Endoplasten gebunden und liegen diesen seitlich an. Die Ectoplasten entstehen ebenfalls unter Vermittlung der Endoplasten, liegen aber nie zwischen den Endoplasten, sondern sitzen immer dem ganzen Endoplastenaggregat außen auf.

Die Endoplasten bestehen wahrscheinlich aus Glykoproteiden. Die Epiplasten zeigen einen Kern, der aus Proteinen besteht und eine Hülle, in der wohl Nukleoglykoproteide enthalten sind. Der Kern und die Hülle zeigen demnach ein verschiedenes Verhalten gegen Säuren: bei Säurezusatz verquillt der innere Teil, die Hülle bleibt erhalten, so daß ein charakteristischer „Ringkörper" entsteht. Die Ectoplasten bestehen vorwiegend aus Proteinen und zeigen daher manchmal die den Eiweißkristalloiden eigentümlichen Gestalten[1]).

Das Plasma der Zelle ist somit in zwei Teile differenziert: in einen inneren und in einen äußeren. Im inneren werden die Endoplasten gebildet, die gewissermaßen die Matrix für die Epi- und Ectoplasten darstellen. Man bezeichnet diesen Teil als Centroplasma. Es ist allseitig von der äußeren Plasmapartie umschlossen, die keine Plasten zu bilden fähig ist, aber die Assimilationspigmente führt. Diese periphere Plasmaschicht wird Chromatoplasma genannt.

Das Auffallende an diesem Zellbau ist die verhältnigmäßig geringe Kompliziertheit. Zunächst fehlt eine Differenzierung in Cytoplasma und Karyoplasma, also ein Zellkern; dann aber auch ein Chromatophor[2]) und Zellsafträume im Plasma. Das Fehlen des Kernes ist an der lebenden Zelle am wenigsten auffallend. Ein ganz eigentümliches und von anderen Algenzellen auf den ersten Blick verschiedenes Bild wird aber durch das Fehlen des Chromatophors hervorgerufen: die gefärbte Rindenschicht geht ohne scharfe Grenze in das Centroplasma über; die Zelle besitzt eine eigentümliche diffuse Färbung. Ebenso auffallend ist die Undurchsichtigkeit der Zelle, die durch das Fehlen von Zellsafträumen, durch die dickflüssige Beschaffenheit des Plasmas und die geligen Einlagerungen der Plasten bewirkt wird. Eine Folge dieser Verhältnisse ist das Fehlen jeder Art von Bewegung in der Zelle, sei es Plasmabewegung oder Brownsche Molekularbewegung. Dazu kommt die Abwesenheit von leicht kenntlichen Assimilaten, wie Stärke und Paramylum.

Als technisches Erkennungsmerkmal speziell für die Süßwasserformen kann die Farbe der Zelle dienen. Die Zellen sind blaugrün, olivengrün, violett, schmutzig braun, schmutzig purpurrot oder rosa, unter gewissen Ernährungsverhältnissen auch gelb, nie aber chlorophyllgrün oder rein braungelb wie die Diatomeen oder Peridineen. Ähnlich wie die Cyanophyceen blaugrün oder rot gefärbte andere Algen kommen im Süßwasser nur vereinzelt vor. Einige wenige sapropelische Cyanophyceen zeigen ein eigentümliches Gelbgrün, das auf den ersten Blick mit dem Grün mancher Heterokonten verwechselt werden kann.

---

1) Andere Inhaltsstoffe spielen nur eine geringe Rolle. Vereinzelt wurden Gipskristalle gefunden. Auch Fettkügelchen werden angegeben.

2) Als Chromatophor wird morphologisch ein bestimmt differenziertes, farbstoffführendes, plasmatisches und sich durch Teilung vermehrendes Gebilde bezeichnet, das im Plasma eingebettet liegt. Bei den Cyanophyceen ist es das Plasma selbst, das gefärbt ist. — Im physiologischen Sinn kann man das Chromatoplasma als Chromatophor bezeichnen, sowie sich funktionell das Centroplasma als Kern betrachten läßt.

Diese mannigfachen Farbentöne kommen durch Einlagerung von vier Farbstoffen im Chromatoplasma zustande. Immer ist Chlorophyll vorhanden, das — wie auch sonst im Pflanzenreich — von dem orangegelben Karotin begleitet ist. Daneben finden sich blaue Phykozyane oder rote Phykoerythrine oder beide zusammen. Phykozyane scheinen nie zu fehlen, dagegen sind Phykoerythrine nicht immer sichtbar und vielleicht oft überhaupt nicht vorhanden[1]). Die Cyanophyceen neigen daher im allgemeinen blauen Farbentönen zu, doch gibt es, wie erwähnt, auch fast rein rote und deutlich violette Formen. Die Cyanophyceen verhalten sich entgegengesetzt wie die Rhodophyceen, bei denen im allgemeinen phykoerythrinrote Formen vorherrschen, daneben aber auch durch Phykozyan blaugefärbte vorkommen.

Alle Formen können zeitweise gelb werden, nämlich dann, wenn sie unter Nährstoffmangel, in erster Linie Stickstoffmangel, leiden. In diesem Fall wird das Chlorophyll, Phykozyan und Phykoerythrin reduziert, so daß das Karotin allein in der Zelle zurückbleibt[2]). Dagegen können nicht alle Formen das Mengenverhältnis von Chlorophyll, Phykozyan und Phykoerythrin verändern. Bei ihnen sind die Zellen immer blaugrün oder olivengrün oder violett usw. gefärbt. Bei anderen Formen aber ist die Ausbildung von Phykozyan und Phykoerythrin labil: sie erscheinen bald mehr rotstichig, bald mehr blaustichig. Beeinflussend wirkt die Lichtqualität und Lichtintensität[3]).

Als Assimilationsprodukt erscheint, wie auch sonst bei den autotrophen Pflanzen ein Kohlehydrat, aber nicht als Stärke oder Paramylum, sondern als Glykogen. Doch ist es nicht als solches in der Zelle nachweisbar, sondern scheint sofort im Chromatoplasma niedere Kondensationsstufen einer Eiweißpaarung zu bilden und als Glykoproteid aufzutreten[4]). Es findet sich meist nicht in besonderen Vakuolen, sondern in feiner, diffuser Verteilung, so daß es in der lebenden Zelle nicht sichtbar ist.

Die Teilung des Protoplasten stellt sich sehr einfach dar. Es tritt eine Durchschnürung ein, die Endo- und Epiplasten werden passiv auf die Tochterzellen aufgeteilt bzw. neu gebildet, die Ectoplasten werden bei diffuser Lagerung in der Zelle ebenfalls aufgeteilt, bei Lagerung an den Enden der Zelle (siehe später) werden sie an der jungen Querwand neu gebildet. Man findet dann je

---

1) Genaue spektroskopische Untersuchungen sind nur an sehr wenigen Formen durchgeführt. Es läßt sich daher über die Häufigkeit der Pigmente vorläufig nichts Genaueres sagen.

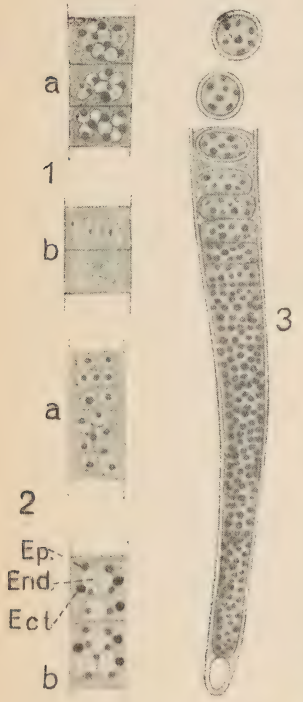
2) Normalerweise zeigen dieses Verhalten alle Zellen mit Dauerfunktion.

3) Vgl. den biologischen Teil, S. 39.

4) Die Unsicherheit dieser Frage hängt mit dem zweifelhaften Wert der mikrochemischen Glykogenreaktionen zusammen. Sowohl die Jodreaktion wie die Tannin-Safraninmethode zeigt nicht nur Glykogen, sondern auch Glykoproteide an. Daß speziell bei den Cyanophyceen das Glykogen gleich eine Bindung eingeht, beweist der Umstand, daß die Jodreaktion auch noch positiv ausfällt, nachdem die Zellen mit Säuren und Basen, heißem Wasser oder Alkohol behandelt wurden. Freies Glykogen würde bei dieser Behandlung aus den Zellen diffundiert sein.

nach ihrem Alter Querwände mit großen, mit kleinen und ohne Ektoplasten (Fig. 13*g*).

Obwohl sich der Zellbau aller Cyanophyceen auf das Schema: Chromatoplasma—Centroplasma, Ekto-—Epi-—Endoplasten zurückführen läßt[1]), entstehen sehr wechselnde Bilder durch die Veränderungen, die diese Elemente der Zelle erleiden können. Dabei scheinen bestimmte Modifikationen für manche Formen mehr oder weniger konstant zu sein, für andere aber ganz vom individuellen Zustand der Zelle abzuhängen. Es ist noch wenig klar, wieweit Modifikationen wirklich erblich fixiert sind und daher systematisch Anhaltspunkte bieten können und wieweit sie nur von Außenbedingungen abhängen.



Die Veränderungen beziehen sich auf die Größe, Zahl, Lagerung, Gestalt und den Aggregatzustand der Plasten und auf das Größenverhältnis von Chromato- und Centroplasma.

Fig. 1—3. 1 *Symploca muscorum.* Künstlich gefärbt. 2 *Scytonema Hofmanni.* Künstlich gefärbt. 3 *Chamaesiphon curvatus.* Künstlich gefärbt (alle nach Baumgärtel).

Die Endoplasten sind in jeder Zelle vorhanden, die Epi- und Ectoplasten aber können fehlen.

Die Gestalt der Endoplasten ist häufig kugelig. Fig. 1*a* zeigt drei künstlich gefärbte Zellen. Das Plasma ist grau, die Endoplasten erscheinen als weiße, dicht gedrängt liegende Kugeln. Den Endoplasten angelagert sind die dunkel gefärbten Epiplasten. Fig. 1*b* zeigt zwei Zellen derselben Pflanze in einem anderen Entwicklungsstadium: in der unteren Zelle sind die Epiplasten vollständig verschwunden, in der oberen sind noch drei kleine Reste vorhanden. Die in Fig. 2*a* abgebildeten Zellen zeigen ein ähnliches Bild wie Fig. 1*a*, nur sind die Endoplasten etwas weiter voneinander entfernt. In Fig. 2*b* dagegen sind die Endoplasten vergrößert, dafür ist aber ihre Zahl zurückgegangen. Außerdem sieht man in jeder Zelle drei, in der Reproduktion schwarze Ektoplasten, die an ihrer peripheren Lagerung leicht kenntlich sind.

In diesen beiden Fällen ist das Chromatoplasma ziemlich breit, die Endoplasten bleiben deutlich von der Wand entfernt. In Fig. 3 sieht man eine Zelle von Chamaesiphon, die an ihrem Scheitel

---

1) Eine Ausnahme bilden die sogenannten Ringschwielen. Vgl. S. 10.

Sporen abschnürt. Die Epiplasten sind in sehr großer Zahl vorhanden und gehen bis nahe an die Peripherie heran. Das Chromatoplasma ist schwach entwickelt und läuft nur als schmaler Saum um die Zelle herum. Die Endoplasten sind in der Reproduktion nicht deutlich sichtbar.

Diese Modifikationen des Zellbaues sind aber gering im Vergleich zu den bei vielen anderen Formen auftretenden. So kann das Chromatoplasma so stark entwickelt sein, daß das Endoplastenaggregat als kleiner Körper im Zentrum der Zelle erscheint (Fig. 4) (Acton). In der Regel ist dann das Chromatoplasma nicht in seiner Gänze gefärbt, sondern führt die Assimilationspigmente nur in der äußersten Schichte. Diese gefärbte Schichte erscheint dann homogen, die innere Partie zeigt wabigen Bau. Die Ectoplasten werden nur im inneren Teil, den Endoplasten anliegend gebildet. Sind sie in großer Zahl vorhanden, so hüllen sie das Centroplasma mit den

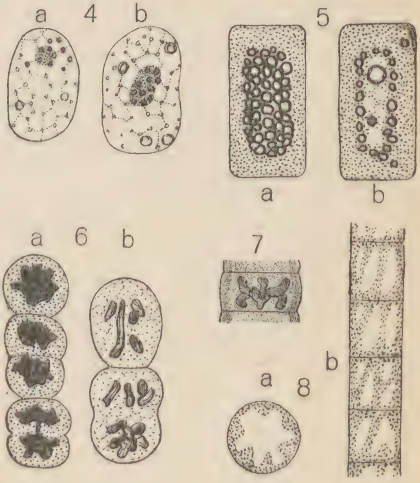


Fig. 4—8.

4 *Merismopedia elegans*. Künstlich gefärbt (nach Acton).

5 *Hapalosiphon hibernicus*. Lebend (nach Geitler).

6 *Anabaena* sp. Künstlich gefärbt (nach A. Fischer).

7 *Oscillatoria anguina* (nach A. Fischer).

8 *Oscillatoria* sp. *a* Querschnitt, *b* Oberflächenbild des Trichoms. Lebend (nach Geitler).

Endo- und Epiplasten ganz ein. Das Innere der Zelle erscheint dann von stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt (Fig. 5 *a*). Bei Einstellung auf den optischen Querschnitt erkennt man aber die tatsächlichen Lageverhältnisse (Fig. 5 *b*).

Auffallende Bilder können die Endoplasten bewirken, wenn sie fadenförmig werden. Meist sind sie dann ziemlich konsistent und stark lichtbrechend, so daß sie schon in der lebenden Zelle sichtbar sind (Fig. 6). Sie wurden früher für Chromosomen gehalten und sehen während der Teilung tatsächlich solchen ähnlich, indem sie Aster-artige Gruppierungen eingehen (Fig. 7)[1]. Liegen diese Endoplasten dicht und parallel in der Längsachse der Zelle, so entsteht ein stark lichtbrechender Körper, der leistenartige Vorsprünge besitzt. Jede Leiste wird durch einen Endoplasten gebildet. Im Querschnitt erscheint eine sternförmige Figur (Fig. 8 *a*); in der Längsaufsicht auf die lebenden Zellen schimmern die Leisten durch und löschen durch ihren starken Glanz gewissermaßen die

1) Diese Gruppierungen kommen rein passiv zustande.

Färbung des Chromatoplasmas an den von ihnen unterlagerten Stellen aus. Oberhalb der Zwischenräume zwischen zwei Leisten tritt jedoch die Farbe unverändert zutage. Bei einer bestimmten Einstellung auf die Oberfläche der Zelle erscheint ein scheinbar distinkter Chromatophor, der das Negativ der Leisten darstellt und infolgedessen ein eigenartiges durchbrochenes Aussehen besitzt (Fig. 8 b). Namentlich bei *Oscillatoriaceen* ist die Erscheinung oft gut zu beobachten, wird hier aber noch dadurch auffallend, daß die Endoplasten oft nicht parallel zur Längsachse des Fadens liegen, sondern etwas schief und in einer weitgewundenen Spirale angeordnet sind. Es sind die ganzen Zellen gedreht, so wie dies auch bei fadenförmigen *Desmidiaceen* der Fall ist, wo die Erscheinung besonders auffallend wird, wenn die Zellen keinen kreisrunden Querschnitt besitzen *(Didymoprium)*[1]).

Ähnliche fadenförmige Bildungen, wie sie durch die Endoplasten erzeugt werden können, können noch auf eine andere Art

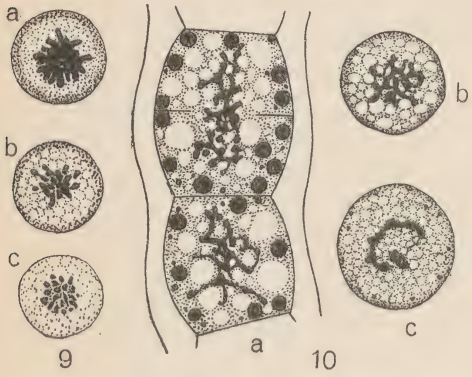


Fig. 9, 10.

9 *Oscillatoria tenuis.* Künstlich gefärbt, in verschiedenen Differenzierungsstadien (nach A. Fischer).

10 *a Anabaena circinalis*, *b Rivularia pisum*, *c Gloeocapsa aeruginosa*; alle künstlich gefärbt (nach Haupt).

entstehen. An künstlich gefärbten Zellen sieht man oft im Centroplasma einen dichten Fadenknäuel oder eine scheinbare Masse von dicht verklumpten Chromosomen (Fig. 9 *a*). Bei stärkerer Differenzierung löst sich dieses Aggregat in einzelne Körnchen, die Epiplasten, auf (Fig. 9 *b*, *c*). In manchen Fällen sind die Epiplasten sehr klein und liegen dicht nebeneinander. Da sie eine zwangsweise Lagerung in den Wabenwänden zwischen den Endoplasten besitzen, liegen sie in einer vielfach gewundenen Reihe, die eine Ähnlichkeit mit einem Spirem besitzt. In anderen Fällen sind die einzelnen Epiplasten überhaupt nicht zu erkennen und es erscheint die Epiplastensubstanz einfach den Wabenwänden eingelagert (Fig. 10 *a*, *b*). Man hat diese Bildung Zentralsubstanz genannt. Eigentümlich ist, daß sie in vielen Fällen nicht allen centroplasmatischen Wabenwänden folgt, sondern auf bestimmte Stellen lokaliert ist. So ist sie bei *Gloeocapsa aeruginosa* ringförmig angeordnet (Fig. 10 *c*).

Im Gegensatz zu dieser unscheinbaren Ausbildung können die Epiplasten auch distinkt als große Kugeln auftreten (Fig. 11). Be-

1) Mit dieser spiraligen Organisation hängt die Rotation der *Oscillatoriaceen*-Hormogonien um ihre Längsachse zusammen. Vgl. die Kapitel über Thallusaufbau und Fortpflanzungsorgane.

sonders in Kulturen tritt häufig eine Hypertrophie ein (Fig. 11). Schon im Leben fallen die großen, glänzenden Kugeln in der Zelle auf.

Die Ectoplasten verleihen den Zellen ein eigentümliches Aussehen, wenn sie eine bestimmte Lagerung besitzen. Bei manchen fadenförmigen Formen *(Oscillatoriaceen)* liegen sie nicht rundum im ganzen Chromatoplasma, sondern sind auf die Querwände beschränkt. Zu beiden Seiten erscheinen die Querwände dann im optischen Durchschnitt mit einer Körnerreihe versehen (Fig. 13 f, g). Dabei ist zu bemerken, daß die Ectoplasten meist nicht die ganze Querwand einnehmen, sondern nur die Mitte, den Rand aber freilassen. Es erklärt sich dies daraus, daß sie unter Vermittlung der Endoplasten gebildet werden, daß sie also dort fehlen müssen, wo die Endoplasten fehlen, nämlich an der Peripherie. Nicht immer liegen die Ectoplasten aber zu vielen an den Querwänden. Im extremen Fall entsteht an jeder Seite nur ein einziger Ectoplast, so daß bipunctata-Formen entstehen (*Lyngbya bipunctata* u. a.). Bei Zellen mit Differenzierung in Basis und Spitze *(Chamaesiphon)* erscheint oft ein einziger Ectoplast an der Basis der Zelle, bei einzelligen, nicht polar differenzierten Zellen an jedem Ende einer (Fig. 22). — Die Lagerung der Ectoplasten scheint innerhalb der Arten konstant zu sein und läßt sich deshalb systematisch verwerten.

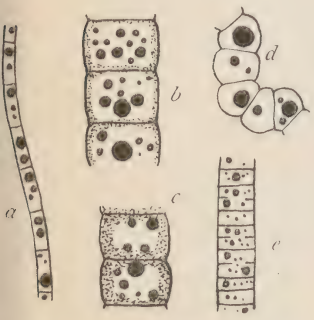


Fig. 11. *a, e Oscillatoria* sp., *b Scytonema Javanicum*, *c Scytonema Julianum*, *d Nostoc Linckia*, alle künstlich gefärbt (nach Geitler).

Allen diesen Veränderungen ist gemeinsam, daß die charakteristische steifgelige Beschaffenheit des Plasmas erhalten bleibt. Die folgenden Veränderungen sind einschneidender und verleihen der Zelle ein ganz abweichendes Aussehen. Es gibt drei solche Vorgänge: die Vakuolisation, die Keritomie und die Pseudovakuolenbildung.

Die Vakuolisation besteht darin, daß im Plasma Zellsafträume gebildet werden. Die Vakuolen treten an der Peripherie der Zelle auf und vergrößern sich nach innen zu. Chromato- und Centroplasma werden allmählich kleiner, die Plasten undeutlich. Schließlich wird das ganze Plasma aufgezehrt, so daß die Zelle abstirbt. In anschaulicher Weise zeigen die Vakuolisation die Haare der *Rivulariaceen* (Fig. 12). Im unteren Teil sieht man die normalen vegetativen Zellen, in denen das gesamte Plasma fein punktiert gezeichnet ist und nur die Ectoplasten schwarz eingetragen sind. Nach oben zu werden die Zellen allmählich länger und schmäler, an den Querwänden bilden sich kleine Va-

Fig. 12. Haar von *Rivularia haematites*. Lebend (nach Geitler).

kuolen. Sie wachsen heran, bis schließlich nur mehr eine schmale Plasmabrücke stehen bleibt. Gleichzeitig werden die Ectoplasten kleiner, verschwinden allmählich und die Assimilationspigmente gehen zugrunde. In langen Haaren fällt schließlich auch die Plasmabrücke den Vakuolen zum Opfer.

Charakteristisch ist für die Vakuolisation, daß sie nicht rückgängig gemacht werden kann und früher oder später mit dem Tod der Zelle endigt. Sie tritt entweder normalerweise im Lebenszyklus der betreffenden Form auf, wie bei der Haarbildung der *Rivulariaceen*, oder stellt einen pathologischen Vorgang dar.

Die Keritomie und die Pseudovakuolenbildung beruhen im Gegensatz dazu auf Veränderungen des Plasmas und der Plasten, die jederzeit rückgängig zu machen sind und die Lebensfähigkeit der Zelle nicht aufheben.

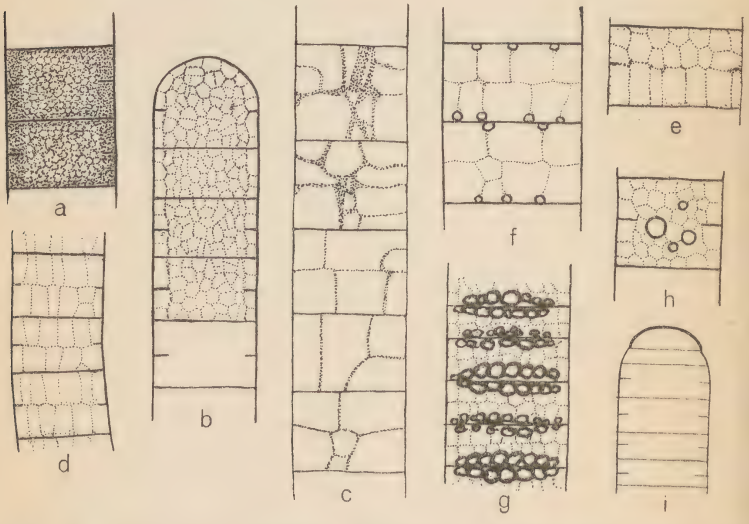


Fig. 13. *Oscillatoria Borneti*, Keritomie. Lebend (nach Geitler)

Bei der Keritomie (Fig. 13) erfolgt ebenfalls Bildung von Zellsaft. Er wird aber in den Lakunen des Plasmas ausgeschieden, ohne dessen Struktur zu zerstören. Der Vorgang beginnt meist an der Peripherie der Zelle. Das Chromatoplasma wird in Waben zerlegt, die Waben werden größer und greifen schließlich auch auf die inneren Teile der Zelle über. Das Centroplasma ist schließlich in einige dicke Stränge aufgelöst, in denen dann die Epiplasten liegen. Auch Ectoplasten können vorhanden sein und sie liegen dann in der für sie charakteristischen Weise im Chromatoplasma. Die Assimilationspigmente werden infolge der Verminderung der festen Plasmasubstanz in der einzelnen Zelle unsichtbar, bleiben aber erhalten, wie daraus ersichtlich ist, daß mehrere Zellen übereinandergelegt noch die für die betreffende Form charakteristische Färbung zeigen. Daß die Lebensfähigkeit in keiner Weise gestört ist, sieht man bei *Oscillatoriaceen* unmittelbar daran, daß die Fäden sich in der ihnen eigentümlichen Art bewegen; außerdem aber

auch an der hohen Teilungsfrequenz und daran, daß die Wabenbildung durch Übertragung in geeignete Nährlösung verschwindet und das Plasma seine normale, dichte Beschaffenheit annimmt.

Fig. 13 stellt den Vorgang bei *Oscillatoria Borneti* dar. Fig. 13 *a* zeigt annähernd normale Zellen, Fig. 13 *b*—*h* vorgeschrittene Stadien. Im Endstadium ist die ganze Zelle von Plasmalamellen durchzogen, die bei hoher Einstellung ein anderes Bild als bei Einstellung auf die Mitte bieten. Bei der Teilung werden in regelmäßiger Weise neue Wände in die alten Waben eingeschoben (Fig. 13 *c*—*h*) daher: „Keritomie", „Wabenzerschneidung")[1]).

Außer bei *Oscillatoria Borneti* läßt sich Keritomie häufig an den Trichomenden von *Phormidium autumnale* beobachten. Hier kann man akropetal alle Übergänge von normalen zu keritomisch veränderten Zellen verfolgen.

Sowohl die Vakuolisation wie die Keritomie sind auffallend, da die Zellsafträume schwächer lichtbrechend sind als das Plasma. Normalerweise zeigen die Cyanophyceenzellen das entgegengesetzte Verhalten: das Plasma besitzt zwar wabigen oder vakuoligen Bau, der Inhalt der Lakunen (die Plasten) ist aber stärker lichtbrechend als das Plasma. Noch auffallender ist aber der Vorgang der Pseudovakuolenbildung. Es treten im Centroplasma Hohlräume auf, die eine bedeutend schwächere Lichtbrechung als das umgebende Plasma zeigen. Sie erscheinen bei hoher Einstellung schwarz, bei tiefer im rosa Interferenzlicht und machen ganz den Eindruck von gaserfüllten Räumen. Man hat daher auch von Gasvakuolen gesprochen (Klebahn). Vieles scheint dafür zu sprechen, daß ihr Inhalt wirklich aus einem Gas besteht; manches spricht aber auch dagegen, so die Tatsache, daß sie im Vakuum nicht verschwinden[2]). Es ist daher besser, sie als Pseudovakuolen zu bezeichnen. Mit den Zellsaftvakuolen haben sie gar nichts gemeinsam. Sie treten im normalen Entwicklungszyklus auf, manche Formen sind überhaupt nur mit Pseudovakuolen bekannt. Sie scheinen mit den Endoplasten in genetischem Zusammenhang zu stehen. So zeigen sie bei den Formen mit kugeligen Endoplasten kugelige Gestalten (Fig. 14), bei länglichen Endoplasten längliche und erscheinen häufig direkt als Negativ der Endoplasten. Doch sind die Gestalten meist unregelmäßiger, etwas zerrissen und kantig. Manchmal fließen sie zusammen und bilden dann einen großen einheitlichen Körper im Zentrum der Zelle (Fig. 15 *b*).

Pseudovakuolen führende Cyanophyceen sind schon bei schwacher Vergrößerung an ihrer eigentümlich schwarzen Farbe erkennbar. Auch makroskopisch zeigt sich ein charakteristisches Aussehen, wenn die betreffenden Formen in größeren Massen und lagerbildend auftreten. Im Gegensatz zum mikroskopischen Bild, das ja durch durchfallendes Licht zustandekommt, zeigen die Lager

1) Der Vorgang der Keritomie ist auch von theoretischem Interesse. Die außerordentlich durchsichtigen Zellen lassen den Bau des Cyanophyceenprotoplasten zwar verzerrt, aber um so sinnfälliger erkennen. Es läßt sich einwandfrei feststellen, daß die Zelle einfach von Plasma erfüllt ist und keinen Zellkern besitzt.

2) Um die Gasnatur dieser Gebilde zu retten, sind dann Hilfshypothesen nötig, wie die Annahme, daß sie eine undurchlässige Haut besitzen.

infolge totaler Reflexion an den Pseudovakuolen ein weißliches Aussehen[1]).

Eigentümliche Inhaltsbestandteile der Zelle sind die von *Oscillatoria Jenensis* beschriebenen Ringschwielen (G. Schmid). Es handelt sich um in der Einzahl oder vor der Teilung zu zweien in der Zelle befindliche Ringleisten, die im optischen Durchschnitt bald als nach innen vorspringende Höcker der Membran (Fig. 16*a*),

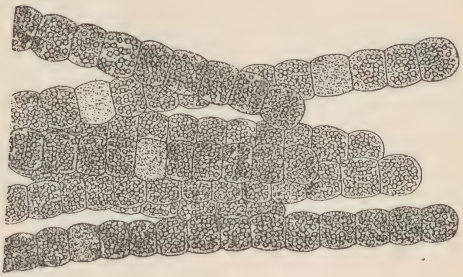


Fig. 14.

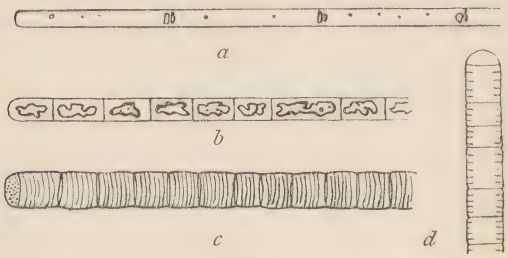


Fig. 15.

Fig. 14, 15. 14 *Oscillatoria lacustris* mit Pseudovakuolen (nach Smith). 15*a* *Osc. putrida* mit Pseudovakuolen; 15*b* *Osc. Lauterbornii* mit Pseudovakuolen; 15*c*, *d* *Osc. chlorina*, *c* Oberflächenbild, *d* optischer Durchschnitt (*d* Original, die übrigen nach Lauterborn).

bald — bei Einwirkung verschiedener Plasmolytika — als Teile des Protoplasten (Fig. 16*b*) erscheinen. Näheres ist über sie nicht bekannt.

Wohl die gleichen Gebilde bewirken die sonderbare Querstreifung von *Oscillatoria chlorina*, *Oscillatoria chlorina var. perchlorina*, *Oscillatoria coerulescens* und *Spirulina flavovirens*. Im Unterschied zu *Oscillatoria Jenensis* sind in jeder Zelle auch nach der Teilung mehrere Ringleisten vorhanden. In der Draufsicht erscheint auf den Zellen eine feine Querstreifung (Fig. 15*c*)[2]), im optischen Querschnitt erscheinen die Zellen gekammert (Fig. 15*d*).

1) Über die Biologie der Pseudovakuolen vgl. den biologischen Teil, S. 37.

2) Sie ist sehr regelmäßig und nur auf der Figur ungenau dargestellt.

Von sonstigen Inhaltskörpern der Zelle wären die gelegentlich vorkommenden Eiweiß- und Gipskristalle zu erwähnen. An marinen *Oscillatorien* wurden einwandfrei Schwefeltröpfchen nachgewiesen. Ob die faulschlammbewohnenden Süßwasserformen ebenfalls Schwefel führen, bleibt zu untersuchen.

Morphologie.

Vegetative Zellen.

Die vegetativen Zellen besitzen immer eine Membran[1]). Im wesentlichen lassen sich zwei Typen unterscheiden. Im einen Falle, der wohl der primitivere ist, ist die Membran dick und mehr oder weniger schleimig. Sie wächst in die Dicke durch Bildung neuer Schichten von innen her. Die äußeren Schichten wachsen durch Intussuszeption weiter. Bei der Teilung bildet gleichzeitig mit der Einschnürung des Protoplasten die innerste oder die innersten Membranlamellen eine Ringfalte, die zentripetal vorschreitet und sich schließlich schließt. Die beiden Tochterzellen bleiben von den äußeren Membranschichten eingeschlossen und liegen so in einer gemeinsamen Hülle. Wiederholt sich der Vorgang, so entsteht eine Zellfamilie, deren Zellen ineinandergeschachtelte Membranhüllen besitzen. Ein zweizelliges Coenobium besitzt drei solche Hüllen, ein vierzelliges sieben, ein achtzelliges 15, ein n-zelliges 2^n-1. Je nach dem Grad der Verschleimung sind die äußeren Hüllen mehr oder weniger deutlich zu erkennen. Sie wachsen wenigstens durch einige Zellgenerationen weiter. — Verbreitet ist dieser Membrantypus unter den *Chroococcceen*. Das bekannteste Beispiel stellt *Gloeocapsa* dar, bei der die Hüllen blasenartig aufgetrieben sind und durch relativ viele Zellgenerationen erhalten bleiben. Unter den *Chamaesiphoneen* finden sich solche Membranen bei den fadenförmigen Formen. Doch erscheinen dort auch abgeleitete Vorgänge, indem die Teilungen oft nicht so deutlich endogen wie bei den *Chroococcceen* verlaufen. Die Membranen der *Pleurocapsales* sind etwa mit den Membranen von *Cladophora* zu vergleichen. — Sehr häufig sind die Membranen gefärbt, meist gelb oder braun durch Scytonemin, aber auch blau, violett und rot durch Gloeocapsin.

Wesentlich verschieden ist hiervon der zweite Typus. Er findet sich hauptsächlich bei den *Hormogoneen*. Die Zellwand ist hier äußerst zart, elastisch und verschleimt nicht. Es findet keine Schichtenbildung statt. Bei der Teilung erfolgt keine Ineinanderschachtelung von Membranstücken, sondern es wird eine Ringleiste unter Anteilnahme der ganzen Membran gebildet, die sich zentripetal schließt. Ob die Querwand wirklich einheitlich angelegt wird und sich erst nachträglich in zwei Stücke spaltet oder ob auch die scheinbare Ringleiste in Wirklichkeit eine Einfaltung ist, bleibt noch zu untersuchen. Bei den fadenförmigen Formen tritt gewissermaßen als Kompensation der Dünne der Membran eine Hülle auf, die als Hohlzylinder die ganze Zellreihe umgibt. Diese Hülle

1) Nackte freilebende Stadien kommen bei den Cyanophyceen überhaupt nicht vor. Nur die jungen Endosporen der *Chamaesiphoneen* sind unbehäutet.

wird Scheide (vagina) genannt, die Zellreihe im Innern der Scheide heißt Trichom, das Trichom mit der Scheide zusammen wird als Faden (filamentum) bezeichnet.

Die Scheide wird häufig durch Ausscheidung von Substanz durch die Zellmembran hindurch gebildet. Sie wächst wohl meist nur durch Apposition neuer Schichten (Correns). Wie die Membranen der *Chroococceen* und *Chamaesiphoneen* ist sie häufig gelb oder braun, seltener rot oder blauviolett gefärbt. Das Trichom besitzt innerhalb der Scheide eine weitgehende Selbständigkeit. Es kann die Scheide (im Hormogoniumstadium) vollständig verlassen[1]).

Dieser Typus erscheint als der abgeleitetere. Dafür spricht, daß keine Ineinanderschachtelungen vorkommen. Vor allem aber zeigt sich eine höhere Differenzierung in dem Besitz von Plasmodesmen, wie sie bei den *Hormogoneen* allgemein vorzukommen scheinen. In der Regel befindet sich in der Querwand ein einziger Tüpfelkanal mit einem Plasmafaden (Fig. 17). Für *Oscillatoria Jenensis* werden siebartig durchlöcherte Querwände angegeben.

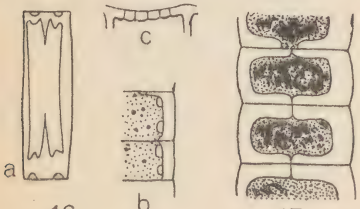


Fig. 16. Ringschwielen und Membranporen von *Oscillatoria Jenensis* (nach G. Schmid).

Fig. 17. *Tolypothrix lanata.* Plasmodesmen mittels heißem Karbolfuchsin dargestellt (nach Kohl).

Außerdem sind vereinzelt Komplikationen im Membranbau beschrieben worden, so feine Netzstrukturen. Bei *Oscillatoria Jenensis* besitzen die Längswände Poren (Fig. 16*c*) (G. Schmid).

Die Membranen der vegetativen Zellen aller Cyanophyceen bestehen aus Pektinen, nie aber aus Chitin oder Zellulose. Dagegen findet sich Zellulose häufig in den Scheiden[2]) (Klein). Das Vorkommen von Zellulose wird mit Hilfe der Blauviolettfärbung durch Chlorzinkjod auch als diagnostisches Merkmal verwendet.

Viele Cyanophyceen neigen zur Bildung von Schleim- und Gallertmassen, die nicht aus der Membran hervorzugehen scheinen, sondern wohl ein Abscheidungsprodukt der Zelle darstellen. Eingehendere Untersuchungen fehlen.

Die Gestalten der Zellen der Cyanophyceen sind in den meisten Fällen sehr einfach. Vorherrschend ist die Kugelgestalt und das Ellipsoid. Schon seltener sind länglich-stabförmige Zellen. Sie sind entweder, was häufiger ist, an den Enden abgerundet oder gehen in Spitzen aus, wodurch Spindelformen entstehen. Die Zellen

---

1) Genaue Untersuchungen über die Membranen fehlen — von wenigen Ausnahmen abgesehen. Die Begriffe Membran, Scheide usw. sind daher oft rein deskriptiver Natur. Als Scheide werden sehr verschiedene Bildungen zusammengefaßt. So sind die Scheiden mancher *Nostocaceen* wahrscheinlich verschleimte Außenschichten der Membranen der Trichomzellen. Manche Scheiden vermögen wohl auch durch Intussuszeption zu wachsen.

2) Konstant wird Zellulose in der Wand der Heterocysten gebildet.

können gerade sein oder halbkreisförmig oder S-förmig gebogen. Im Verband mit anderen Zellen entstehen durch gegenseitigen Druck mannigfache polygonale Gestalten.

In einigen Gruppen der Cyanophyceen zeigen die Zellen eine Differenzierung in Basis und Spitze. Sie drückt sich funktionell aus, indem die Zellen an der Basis Gallertstiele ausbilden und am freien Ende Sporen abschnüren wie bei *Chamaesiphon*, aber auch in der Gestalt. Solche polar differenzierte Zellen sind meist länglich und unsymmetrisch zur Querachse, also kegelig, birn- oder eiförmig.

Kompliziertere Zellformen findet man nur bei *Tetrapedia*. Hier sind die Zellen flachgedrückt und quadratisch oder dreieckig. Sie besitzen regelmäßige Einschnürungen und Wellungen der Ränder; auch Membranstacheln kommen vor. Diese Gattung besitzt auch einen eigentümlichen Teilungsvorgang. Er ist nur bei *Tetrapedia Gothica* besser bekannt und verläuft hier in der Art, daß die quadratische Zelle von vier Seiten gleichzeitig durchschnürt wird (Fig. 18). Die vier Tochterzellen bleiben aneinander haften und bilden 4- oder 16zellige Kolonien (Fig. 18).

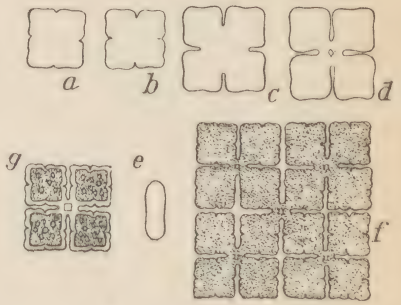


Fig. 18. *Tetrapedia Gothica*. *a—f* Umrißzeichnung (nach Reinsch), *g* unschematisiert. Lebend (nach Kirchner).

Bei den einzelligen Formen mit kugeligen Zellen verlaufen die Teilungen oft scheinbar ganz regellos; bei Schleimproduktion bleiben die Tochterzellen beisammen liegen und bilden ein Coenobium, das aus unregelmäßig gelagerten Zellen zusammengesetzt ist. In anderen Fällen läßt sich aber beobachten, daß die Teilungen regelmäßig abwechselnd nach drei oder zwei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen erfolgen. Es entstehen auf diese Weise würfel- oder quaderförmige Zellpakete (*Eucapsis*) oder viereckige, einschichtige Tafeln (*Merismopedia*), deren Zellen in geraden Reihen nach einem rechtwinkeligen drei- oder zweiachsigen Koordinatensystem angeordnet sind. Wieder in anderen Fällen teilen sich die Zellen dauernd nur nach einer Raumrichtung. Dies ist sowohl bei einzelligen Formen der Fall wie naturgemäß bei den vielzelligen fadenförmigen.

Bei den einzelligen Formen mit länglichen Zellen kann die Teilung parallel zur Quer- oder parallel zur Längsachse erfolgen. Querteilung ist häufiger, doch gibt es auch Formen mit Längsteilung (*Holopedia*, *Cyanarcus*). Das Verhalten ist für eine Form konstant.

Im allgemeinen sind die Zellteilungen wenig studiert. Es wäre wichtig festzustellen, ob nicht der Besitz bestimmter Polaritätsachsen auch bei kugeligen Zellen weit verbreitet ist, ähnlich wie z. B. bei primitiven Chlorophyceen. Es kommen nämlich scheinbar regellose Teilungen nach unbestimmten Raumrichtungen

oft nur dadurch zustande, daß die Zellen im Coenobium nachträgliche Verschiebungen durch Schleimausscheidung erfahren. So kann man z. B. bei *Microcystis elabens* an den länglichen Zellen beobachten, daß sie sich zwar immer quer teilen, aber im Coenobium doch vollkommen regellos liegen. Manchmal erfolgen frühzeitig Verschiebungen der Tochterzellen, die bewirken, daß die beiden Zellen parallel nebeneinander zu liegen kommen, so daß eine Längsteilung vorgetäuscht wird.

Viele einzellige Formen und einige vielzellige aus der Gruppe der *Chamaesiphoneen* zeigen einen eigentümlichen Rhythmus: es erfolgen schnell nacheinander zwei aufeinander senkrecht stehende Teilungen, ohne daß die Tochterzellen nach der ersten Teilung heranwachsen. Erst nach der zweiten Teilung erfolgt das Wachstum, bis die alte Größe erreicht ist und erst dann erfolgen wieder zwei Teilungen. Es entstehen auf diese Art Coenobien mit „vier einander genäherten Zellen". Manche *Merismopedia*-Arten zeigen den Vorgang gut, so *Merismopedia elegans* (Fig. 19). Bei dieser Form ist

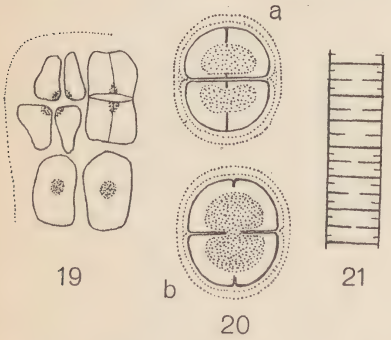


Fig. 19—21.

19 *Merismopedia elegans*. Teilungsrhythmus. Künstlich gefärbt (nach Acton).

20 *Chroococcus turgidus*. Lebend (nach Geitler).

21 Teilungsrhythmus bei *Oscillatoria* sp., schematisch (nach Geitler).

— wie früher erwähnt — das Centroplasma relativ klein und es ist eigentümlich zu sehen, daß es ähnliche Lagen einnimmt wie der Kern etwa bei der Zoo- oder Autosporenbildung der Protococcaceen[1]). Die vier Tochter-Centroplasmen liegen wie vier Tochterkerne einander genähert im imaginären Zentrum der Mutterzelle. Bei solchen schnell aufeinander folgenden Teilungen läßt sich noch eine weitere Tatsache beobachten: die bei der zweiten Teilung gebildete Ringfalte wächst infolge der exzentrischen Lage des Centroplasmas einseitig. Die Entwicklung an der Seite der Zellwand, die vom Centroplasma weiter entfernt ist, erfolgt schneller als an der gegenüberliegenden (Fig. 20*a*). Die Folge davon ist, daß sich die Querwand nicht in der Mitte der Zelle schließt, sondern — entsprechend der exzentrischen Lage des Centroplasmas — nahe der Querwand der vorangegangenen Teilung.

Eine solche unsymmetrische Querwandbildung kann bei Formen mit polar differenzierten Zellen konstant erfolgen, ohne daß eine Teilung vorangeht, die zwei asymmetrische Tochterzellen hervorruft. Dies ist der Fall bei *Gomphosphaeria* und verwandten Formen, wo die Einschnürung einseitig am einen Ende beginnt und eine herzförmige Gestalt der Zelle hervorruft (Fig. 111).

1) Mit *Merismopedia* läßt sich speziell *Crucigenia* vergleichen.

Ein Abwechseln zwischen Teilungen ohne Wachstum und Wachstum ohne Teilung kann aber auch stattfinden, wenn drei Teilungen nach drei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen erfolgen. Es entstehen dann Gruppen von acht in einem Würfel liegenden, einander genäherten Zellen. Im allgemeinen ist dieser Vorgang aber seltener, da meist die dritte Teilung unterdrückt wird. So wächst *Chroococcus turgidus* in geeigneten Nährlösungen in Achtergruppen, unter schlechteren Ernährungsverhältnissen reicht aber der „Teilungsimpuls" nur für zwei schnell aufeinander folgende Teilungen hin, die dritte erfolgt erst nach dem Heranwachsen der vier Tochterzellen. Bei anderen *Chroococcus*-Arten scheint überhaupt ein Ausfall der dritten Teilungsebene einzutreten. Diese Formen bilden dann gewöhnlich nur flache Kolonien. Alle diese Verhältnisse sind ungenügend oder gar nicht studiert.

Solche Teilungsrhythmen sind auch außerhalb der Cyanophyceen weit verbreitet. Einen ganz gleichen Vorgang stellt die Bildung der vier Tochterzellen von *Chlamydomonas* oder unter den Protococcaceen die Bildung der vier Autosporen von *Dictyosphaerium* dar. Die Analogie zwischen den einzelligen Cyanophyceen und speziell den Protococcaceen wird noch dadurch erhöht, daß die Tochterzellbildung auch bei den Chroococceen — wenigstens häufig — in der früher geschilderten Weise endogen erfolgt, also eine

Fig. 22. *Aphanothece muralis*. Nannocytenbildung. Lebend (*a—c* 1000×, *d—f* 500×, Original).

gewisse Ähnlichkeit mit der Autosporenbildung zeigt. Die Übereinstimmung geht so weit, daß manche Typen der Protococcaceen, wie *Crucigenia* und *Dictyosphaerium* durch Cyanophyceen, wie *Merismopedia* und *Gomphosphaeria* vollkommen imitiert werden (vgl. darüber S. 26). Daß sich ähnliche Formen auch unter den Bakterien befinden, ist lange bekannt; doch ist die Ähnlichkeit mit diesen mehr äußerer Natur.

Das schnelle Aufeinanderfolgen von Teilungen ist wohl teilweise auf Außenbedingungen zurückzuführen. Zum größten Teil liegt die Fähigkeit zu einer bestimmten Teilungsfrequenz in der Organisation der Formen selbst. Dies geht daraus hervor, daß nicht alle Formen experimentell zu einem Wachstum in Vierer- oder Achtergruppen zu veranlassen sind.

Abnorm hohe Teilungsfrequenz führt bei manchen Formen zu dem auffallenden Vorgang der Nannocytenbildung. Die Teilungen erfolgen so rasch nacheinander, daß die Zellen durch viele Generationen hindurch kleiner werden. Bei *Aphanothece muralis* sind die gewöhnlichen Zellen lang zylindrisch (Fig. 22*a*). Normalerweise

teilen sie sich quer und die beiden Tochterzellen wachsen wieder zur alten Länge heran. Manchmal kann man aber beobachten, wie spontan gewisse Zellen, oft ganze Lagerteile, eine außerordentlich gesteigerte Teilungsfrequenz besitzen Die Tochterzellen wachsen nicht heran, sondern teilen sich wieder, deren Tochterzellen ebenfalls und so fort, bis an Stelle der einen Mutterzelle ein Haufen vieler, winzig kleiner Zellen liegt (Fig. 22 *b—f*). Dabei treten Teilungen nach allen möglichen Raumrichtungen auf, offenbar dadurch, daß die Zellen nach den ersten Querteilungen bereits kugelig geworden sind und infolgedessen keine bestimmte Teilungsachse mehr vorhanden ist. Die Teilungsfrequenz läßt am natürlichen Standort bald wieder nach und die Nannocyten wachsen heran. Auf Agarkulturen lassen sich beliebig ganze Lager in Nannocyten verwandeln und die Nannocyten auch durch Überimpfen auf ihrer Größe erhalten. Unter einer gewisse Minimalgröße, die bei *Aphanothece muralis* etwa $^1/_2$ des Querdurchmessers der normalen Zellen beträgt, können die Zellen aber nicht gelangen[1]).

Eine extrem hohe Teilungsfrequenz zeigen manche *Oscillatoriaccen.* Bei diesen teilt sich die Zelle bereits wieder, bevor die vorangegangene Teilung noch beendigt ist. Man sieht dann in einem Trichom innerhalb der noch nicht geschlossenen Querwände neuerdings kleine Ringleisten auftreten (Fig. 21). Auch bei der Bildung der Exosporen von *Chamoesiphon* kann man manchmal beobachten, daß eine neue Spore abgeschnürt wird, bevor die Querwand der älteren noch ganz geschlossen ist (Fig. 3). Doch sind die Teilungen hier nicht „ineinandergeschachtelt" wie bei der interkalar wachsenden *Oscillatoria*, sondern erfolgen in streng basipetaler Reihenfolge. — Seltener sind zwei aufeinander folgende Teilungen einander so nahe gerückt, daß sie fast zusammenfallen, wenn die Teilungsebenen nicht parallel, wie bei *Oscillatoria*, sondern senkrecht aufeinander stehen. Manchmal zeigt *Chrococcus turgidus* dieses Verhalten (Fig. 20 *b*)[2]).

Fortpflanzungsorgane. — Ökologisch lassen sich zwei Arten von Fortpflanzungsorganen unterscheiden: die einen dienen zum Überdauern ungünstiger Vegetationsbedingungen, die anderen rein propagativen Zwecken. Zur ersten Gruppe gehören die Dauerzellen, die Hormocysten und — mit einer Einschränkung — die Heterocysten, zur zweiten Gruppe die Endosporen und Exosporen, die Hormogonien und die Planococceen.

Die **Dauerzellen** entstehen aus den vegetativen Zellen unter Verdickung der Membran, Reservestoffspeicherung und Schwund der Assimilationspigmente. Meistens ist mit diesen Vorgängen eine Vergrößerung der Zelle verbunden. Die Umbildung der vegetativen Zellen in Dauerzellen ist ein einfacher Enzystierungsvorgang. Die

1) Bei der marinen *Gloeocapsa crepidinum* beträgt der Durchmesser der Nannocyten nur $^1/_3$ des Durchmessers der gewöhnlichen Zellen.

2) Die Möglichkeit des gleichzeitigen Ablaufs mehrerer Teilungen führt die relative Einfachheit der Organisation der Cyanophyceen sinnfällig vor Augen. Bei kernführenden Organismen sind solche Vorgänge undenkbar. Gleichzeitige (simultane) Zellteilungen kommen zwar vor, aber nie gleichzeitige Kernteilungen. Bei den Cyanophyceen stellt Zell- und Kernteilung aber eine Einheit dar.

Dauerzellen zeigen die Gestalten der vegetativen Zellen und sind nur unwesentlich verändert. So sind sie manchmal länger, manchmal kugeliger oder eckiger.

Die Vorgänge bei der Verdickung der Membran sind wenig studiert. Im allgemeinen lassen sich Dauerzellen mit einfacher Membran und solche mit zweischichtiger Membran unterscheiden. Im letzteren Fall scheint die äußere Schichte älter als die innere zu sein und durch Umwandlung der innersten Schichten der Scheide auf die Zellen aufgelagert zu werden (Fritsch). Sehr häufig zeigt dann die Außenschicht ein von der Innenschicht verschiedenes Aussehen. Sie kann papillös werden oder verschleimen, häufig nimmt sie gelbe und braune Farbentöne an. — Die Speicherung der Reservestoffe geschieht entweder in der Ausbildung einer peripheren Schichte großer Ectoplasten, oder es unterbleibt die Eiweißspeicherung im Chromatoplasma und die Endoplasten übernehmen die Speicherung. In allen Fällen wird das Plasma und die Endoplasten steifgelig. Die Folge ist eine starke Lichtbrechung des Protoplasten, die durch die Lichtbrechung der dicken Wand noch verstärkt wird, so daß die Dauerzelle ein ganz charakteristisches Aussehen erhält. Dazu kommt der Schwund der Assimilationspigmente und die Gelbfärbung durch das zurückbleibende Karotin. Doch wird diese häufig durch die Membranfärbungen überdeckt und ist auch bei der Reife meist verblaßt.

Die Dauerzellen kommen fast ausschließlich bei den *Hormogoneen* vor. Hier ist ihre Bildung mit der Aufhebung der Plasmodesmen und dem Schließen der Tüpfelkanäle verbunden. Die Dauerzellen werden dadurch untereinander und von den vegetativen Zellen isoliert. Bei den *Chamaesiphoneen* sind Dauerzellen nur bei *Siphononema*, bei den *Chroococceen* nur bei wenigen Formen *(Gloeocapsa, Entophysalis)* vorhanden. Sie weichen von den Dauerzellen der *Hormogoneen* dadurch ab, daß die aus den Membranlamellen hervorgehenden Gallerthüllen als Wand von vorneherein vorhanden sind. Die innersten Schichten werden meist etwas fester ausgebildet.

Die Dauerzellen der *Hormogoneen* werden entweder in der Einzahl oder zu vielen gebildet. Als primitivstes Verhalten erscheint der Vorgang bei *Nostoc* und ähnlichen Formen, wo sämtliche Trichome eines Thallus in Dauerzellen zerfallen. Differenzierter erscheint *Anabaena*. Hier gibt es Arten, bei denen sich zuerst die Nachbarzellen der Heterocysten in Dauerzellen umbilden und die Entwicklung zentrifugal an beiden Seiten der Heterocysten vorschreitet. Andere Arten verhalten sich scheinbar entgegengesetzt, indem die ersten Dauerzellen in einem Trichomstück zwischen zwei Heterocysten entstehen und die Entwicklung von hier vorschreitet, bis zum Schluß auch die Nachbarzellen der Heterocysten an die Reihe kommen[1]). Eine Beziehung zwischen Dauerzellen und Heterocysten ist auch sonst häufig[2]). So befindet sich an der Basis der peitschenförmigen Trichome der *Rivulariaceen* immer eine Heterocyste. Die an sie grenzende erste Trichomzelle verwandelt sich in eine Dauerzelle. Manchmal bilden auch noch die nächste oder einige wenige weitere Zellen Dauerzellen.

1) Über die Deutung dieses Vorgangs vgl. S. 20.
2) Siehe auch weiter unten im Abschnitt über die Heterocysten.

Ganz ähnlich verhält sich *Cylindrospermum*. Bei manchen dieser Formen ist die Zahl der Dauerzellen fixiert.

Bei Formen mit bestimmter Lage der Dauerzellen zeigt sich häufig die Tendenz, die Dauerzellen auszubilden, wenn ein bestimmtes Alter erreicht ist (*Cylindrospermum*, *Gloeotrichia*). Es wirken hier wohl „innere Ursachen". In anderen Fällen ist die Abhängigkeit der Bildung der Dauerzellen von Außenbedingungen sehr klar.

Abnorme Dauerzellen kommen zustande, wenn sich vegetative Zellen während der Teilung, d. h. ohne die Teilung zu Ende zu führen, in Dauerzellen umbilden. Die Dauerzellen sind dann mehrteilig.

Bei der Keimung werden entweder beide Membranschichten gesprengt, oder die innere verschleimt. Selten verschleimt die

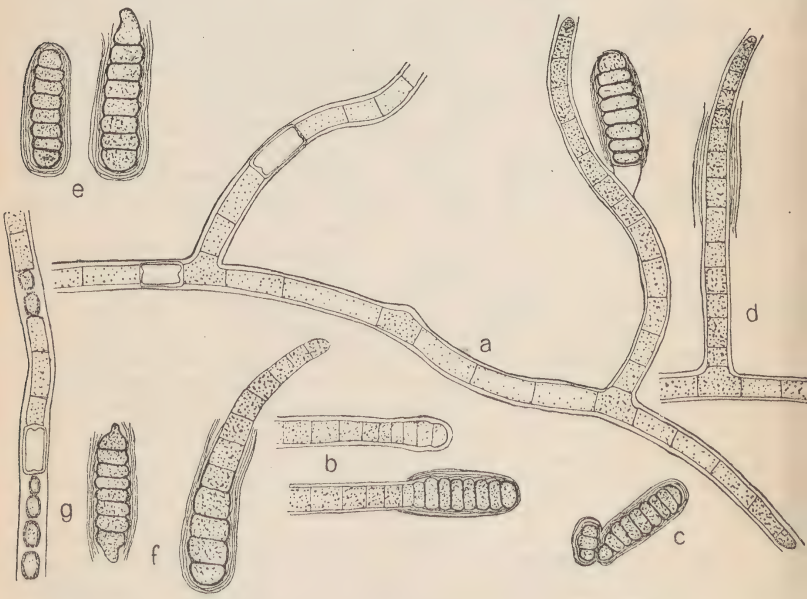


Fig. 23. Hormocysten von *Westiella lanosa* (nach Frémy).

ganze Membran. Die erste Teilung findet entweder in der geschlossenen Dauerzelle statt oder erfolgt erst nach dem Aufreißen der Membran.

Die **Hormocysten** (Borzi) sind encystierte ganze Trichomteile. Die Scheide übernimmt die Funktion der Wand der Dauerzellen. Sie bleibt daher nicht hohlzylindrisch, sondern schließt sich an beiden Enden. Dabei kann die Membran der Zellen unverdickt bleiben oder sich wie bei der Verwandlung zu einer Dauerzelle verdicken (Fig. 23). Doch wird wohl immer nur eine einzige Schichte gebildet. — Die Hormocysten enstehen entweder in der Einzahl oder zu mehreren nebeneinander, sind endständig oder interkalar und immer wenigzellig. Sie kommen nur bei einigen *Stigonemataceen* und *Scytonemataceen* vor.

Die **Heterocysten** (Geitler 1921) entstehen aus den vegetativen Zellen unter Verdickung der Membran und Schwund der Assi-

milationspigmente, wodurch sie ein gelbliches Aussehen erhalten. Meist tritt dabei eine Vergrößerung ein. Reservestoffspeicherung findet in der Regel nicht statt. Die Endoplasten werden dünnflüssiger, die Epiplasten gehen an Zahl und Größe zurück. Häufig bildet sich an jeder Querwand ein großer Ectoplast aus.

In ihrer Gestalt gleichen die Heterocysten den vegetativen Zellen. Doch ist ihre Membran oft an beiden Enden (wenn sie interkalar stehen) oder an einem Ende (wenn sie terminal stehen) etwas verdickt, wodurch dann ein charakteristisches Aussehen entsteht.

Die Verdickung der Membran beruht im Gegensatz zu den Dauerzellen auf der Ausbildung einer Zelluloseschicht. Die Tüpfelkanäle bleiben erhalten und sind in der dicken Querwand oft schon im Leben deutlich sichtbar. Daran sind die Heterocysten immer zu erkennen. Die Plasmodesmen werden aber eingezogen.

Verwandelt sich eine interkalare Zelle in eine Heterocyste, so besitzt diese zwei Tüpfelkanäle, bildet sich eine Endzelle in eine Heterocyste um, so zeigt diese nur einen Tüpfelkanal an der an die vegetative Zelle angrenzenden Seite. Im ersten Fall spricht man von einer interkalaren, im letzteren Fall von einer terminalen Heterocyste. Doch werden diese Begriffe auch im weiteren Sinn gebraucht und auch Heterocysten, die nur einen Tüpfelkanal besitzen, als interkalar bezeichnet, wenn sie im Fadenverlauf auftreten. Dies tritt häufig ein, wenn eine interkalare Zelle zugrunde geht und die benachbarte Zelle sich in eine Heterocyste umwandelt. In Wirklichkeit entsteht dadurch eine Endzelle und die Heterocyste ist im strengen Sinn terminal. Umgekehrt kann eine interkalare Heterocyste mit zwei Tüpfeln gebildet werden, das Trichom aber an der Heterocyste abreißen und die Heterocyste an einem Ende hängen bleiben, so daß sie dann terminal steht[1]).

Die Heterocysten kommen nur bei einigen Familien der *Hormogoneen* vor. Sie entstehen entweder in der Einzahl oder zu mehreren nebeneinander. In letzterem Fall erfolgt die Bildung meist sukzedan und nach beiden Seiten, wenn die primäre Heterocyste interkalar ist, oder nur nach einer Seite, wenn sie terminal ist. An der der primären Heterocyste zugewendeten Seite besitzen die sekundären, tertiären und alle weiteren Heterocysten keine Tüpfelkanäle, da hier die plasmatische Verbindung aufgehoben ist. Sie sind also im strengen Sinn alle terminal. Abnormerweise verwandeln sich mehrere Trichomzellen gleichzeitig in Heterocysten. Sie besitzen dann alle zwei Tüpfelkanäle.

Rein topographischer Natur sind die Begriffe „basale“ und „laterale“ Heterocysten. Als basale werden die Heterocysten an der Basis der peitschenförmigen Trichome der *Rivulariaceen*, als lateral die seitlich in den mehrreihigen Trichomen der *Stigonemataceen* liegenden Heterocysten bezeichnet. Beide können terminal oder interkalar sein.

Das Auftreten der Heterocysten wird nicht deutlich von Außenbedingungen bestimmt, wie dies bei den meisten Dauerzellen der Fall ist. Sie werden häufig in den Trichomen in bestimmten Abständen gebildet und sind während des ganzen vegetativen Lebens

1) Dies scheint häufig bei *Anabaenopsis* der Fall zu sein.

der betreffenden Formen vorhanden. Nie können die Trichome in ihrer Gänze in Heterocysten zerfallen. Meist wird nur eine interkalare Heterocyste gebildet; manchmal entsteht dann an jeder Seite eine terminale Heterocyste, so daß also eine Kette von drei Heterocysten vorhanden ist. Mehr als fünf Heterocysten nebeneinander sind selten. Doch lassen sich bei einigen wenigen Formen auch Ketten von 10 und mehr Heterocysten beobachten.

Terminale Heterocysten zeigen häufig bestimmte Stellungen. So entstehen sie bei *Cylindrospermum* immer nur an einem Ende der Trichome. Bei *Nostochopsis* schließen die Seitenzweige mit einer terminalen Heterocyste ab. Die Seitenzweige sind dann auf wenige Zellen reduziert, im extremen Fall auf eine einzige Zelle, die Spitzenzelle. Diese wandelt sich dann in eine Heterocyste um, die lateral im Hauptfaden erscheint (Fig. 24).

Oft entstehen die Heterocysten an den gleichen Stellen, an denen die Dauerzellen gebildet werden. So bei *Gloeotrichia* und *Cylindrospermum* an der Basis bzw. am Ende der Trichome. Bei *Anabaena* entstehen sie nur bei einem Teil der Arten neben den Heterocysten, bei einem andern Teil aber von ihnen entfernt. Das letztere Verhalten läßt sich aber als Spezialfall des ersten auffassen. Es ist nämlich bei manchen Formen ein Schwanken festzustellen, ob sich eine Zelle in eine Heterocyste oder in eine Dauerzelle umbildet. So bildet die Endzelle der Trichome von *Cylindrospermum* zwar in der Regel eine Heterocyste, die subterminale Zelle eine Dauerzelle; manchmal läßt sich aber beobachten, daß die terminale Zelle zu einer Dauerzelle wird, die dann die für die Heterocyste charakteristische spitzkegelige Gestalt besitzt. An anderen Trichomen entsteht die normale terminale Heterocyste, aber die subterminale Zelle wird nicht zur Dauerzelle, sondern wandelt sich in eine zweite Heterocyste um. — Bei *Nostoc insulare* entstehen in ziemlich regelmäßigen Abständen im Trichom Heterocysten, die sich aber während ihrer Entwicklung zu Dauerzellen umbilden. — Bei *Anabaena* scheinen nun die beiden Möglichkeiten zu bestehen, entweder in einem Trichomstück zwischen zwei Heterocysten eine weitere Heterocyste und an ihren Seiten dann Dauerzellen zu bilden (in diesem Fall liegen die Dauerzellen neben der Heterocyste), oder die Bildung jener Heterocyste zu unterdrücken und aus der vegetativen Zelle sofort eine Dauerzelle zu bilden (in diesem Fall liegen die Dauerzellen — da die zu ihnen gehörige Heterocyste nicht gebildet wurde — von den Hetero-

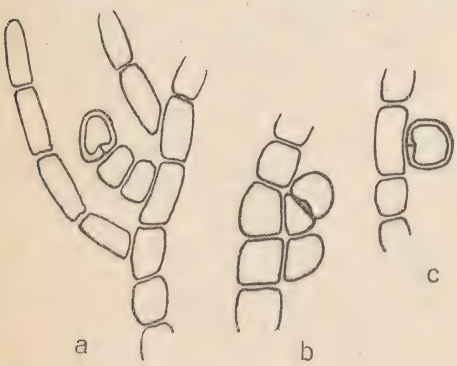


Fig. 24. *Nostochopsis lobatus*. Reduzierte Seitenäste mit terminalen Heterocysten. *a* Seitenast 3zellig, *b* Seitenast 2zellig, *c* Seitenast 1zellig (nach Geitler).

cysten entfernt). Im einen Fall wird deskriptiv die Lagebeziehung zu den jüngsten Heterocysten, im anderen zu den nächstälteren hergestellt[1]).

Die Heterocysten gehen in den meisten Fällen zugrunde, indem der gelbe Inhalt vakuolisiert wird und die Membran sich in ihre beiden Schichten spaltet und schließlich zerstört wird. In manchen Fällen ergrünt jedoch der Protoplast, teilt sich, sprengt die Hülle und tritt als Keimling aus, der zu einem normalen Trichom heranwächst (Fig. 25). Die Zelluloseschichte der Membran wird dabei aufgebraucht und scheint als Reservestoff verwendet zu werden. In anderen Fällen teilt sich der Inhalt, bleibt gelb oder ergrünt, tritt aber nicht aus. Solche „steckengebliebene" Keimungen sind häufiger zu beobachten. Bei *Anabaena Cycadeae* erfolgen in den Heterocysten viele Teilungen, durch die eine große Zahl kleiner Zellen gebildet wird, die einzeln austreten und deren jede zu einem Trichom auswächst.

Die Heterocysten sind als den Dauerzellen ähnliche Fortpflanzungsorgane aufzufassen, die aber rudimentär geworden sind. Nur in relativ sehr wenigen Fällen treten noch Keimungen ein. In anderen Fällen sind die Heterocysten vollständig funktionslos. Besonders deutlich ist dies an den basalen Heterocysten der *Rivulariaceen*, an den lateralen der *Stigonemataceen* und an den terminalen bei den *Nostochapsaceen*. Doch stellen sich bei interkalaren Heterocysten manchmal infolge ihrer regelmäßigen Verteilung und der durch sie bewirkten Unterbrechung des Trichoms sekundäre Funktionen ein: so bei *Nostocaceen* eine Zertrennung der Trichome in einzelne Stücke, bei *Scytonemataceen* und *Rivulariaceen* die Scheinverzweigung (s. S. 32).

Dafür, daß die Heterocysten eigentlich Fortpflanzungsorgane sind, spricht nicht nur ihr Bau und die tatsächlich beobachteten Keimungen, sondern ihre oft sonst ganz unerklärlichen Stellungen im Thallus. Besonders sinnfällig und unmittelbar überzeugend sind die *Nostochapsaceae*, deren reduzierte Seitenzweige nur als ehemals fertile Äste aufgefaßt werden können. (Vgl. speziell Fig. 212* von *Myxoderma Goetzii*, S. 177).

Bei einer großen Zahl von Formen, die allerdings hauptsächlich marin sind, finden sich **Endosporen**. Innerhalb einer Zelle finden Teilungen der Protoplasten statt, als deren Ergebnis eine größere Zahl kleiner, nackter Zellen erscheint. Sie werden durch Aufreißen oder Verschleimen der Membran der Mutterzelle frei, behäuten sich und wachsen wieder zu einem neuen Thallus aus. Die Mutterzelle, das Sporangium, unterscheidet sich entweder durch die Größe und abgerundetere Gestalt von den vegetativen Zellen oder ist gleich groß und gleich gestaltet wie diese. Die Teilungen erfolgen entweder simultan oder sukzedan[2]) und entweder nach

1) Physiologische Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Dauerzellen und Heterocysten liegen noch nicht vor. Es scheinen an bestimmten Stellen im Trichom Stoffwechselvorgänge abzulaufen, die der Bildung beider günstig zu sein scheinen. Diese Annahme ist möglich, da das Trichom infolge der plasmatischen Verbindung der Zellen ein Individuum ist.

2) Von den wenigsten Süßwasserformen ist bekannt, ob die Teilungen simultan oder sukzedan erfolgen.

drei Raumrichtungen (*Pleurocapsa*, *Dermocarpa* u. a.) oder nur nach einer Raumrichtung *(Clastidium)*. Abnormer Weise kommt Scheide-

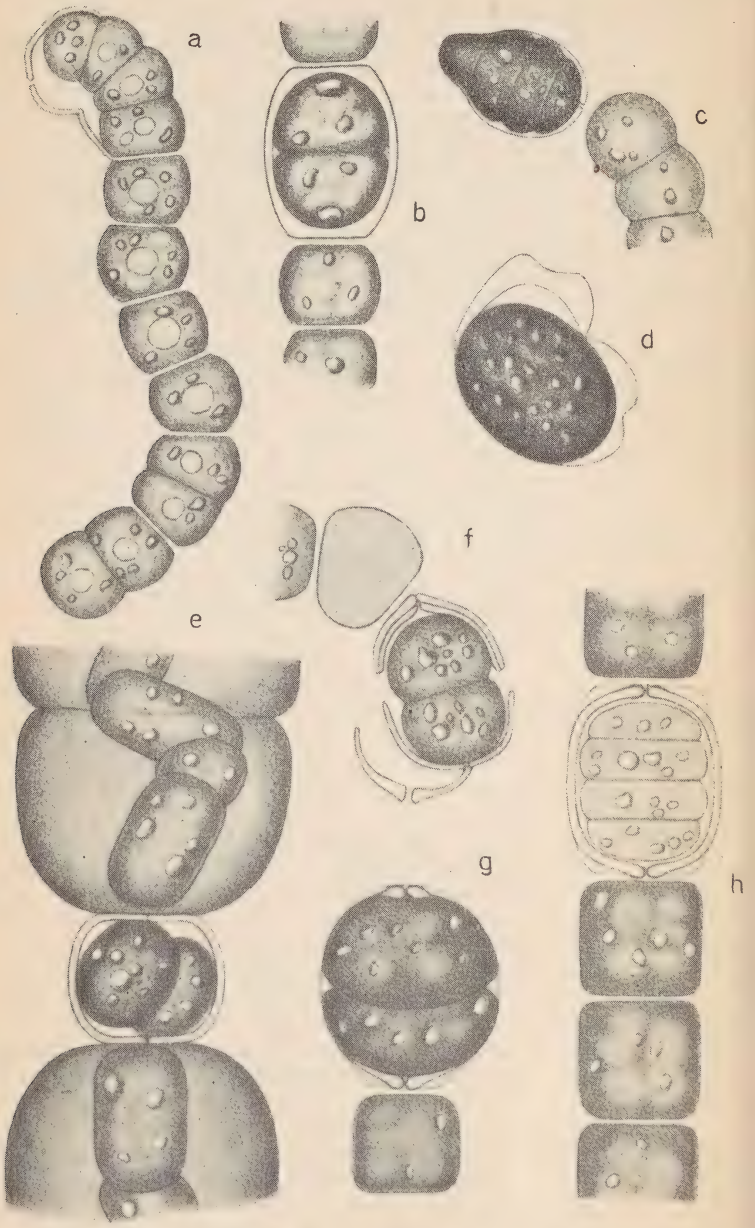


Fig. 25. Keimungsstadien von Heterocysten. *a—d Nostoc commune*, vollständige Keimungen; *e Nostoc ellipsosporum*, *f Nostoc Linckia*, *g*, *h Anabaena Hallensis*, steckengebliebene Keimungen (nach Geitler).

wandbildung im Sporangium vor; in manchen Fällen scheinen die Endosporen nicht nackt, sondern unter Anteilnahme der Mutterzellenmembran zu entstehen. Alle diese Verhältnisse sind noch wenig geklärt.

Die Endosporenbildung ist für die *Pleurocapsaceen* und *Dermocarpaceen* unter den *Chamaesiphoneen* charakteristisch. Den *Chroococcaceen* fehlen sie vollständig, bei den *Hormogoneen* besitzt sie nur eine einzige marine Art *(Herpyzonema rupicola)*. Bei den vielzelligen *Chamaesiphoneen* haben die Sporangien in der Regel eine bestimmte Stellung im Thallus. So stehen sie meist einzeln terminal oder zu zweien terminal und subterminal.

Die Endosporen lassen sich mit den Autosporen der *Protococcaceen* vergleichen. Es ist interessant, daß sich bei den *Cyanophyceen* die beiden gleichen Typen der Simultanie und Succedanie ausgebildet haben. Eigentümlich verhält sich *Clastidium*, bei dem während der Endosporenbildung Längenwachstum des Sporangiums erfolgt (siehe S. 144). Die Endosporen scheinen auch lange erhalten zu bleiben und einen Faden zu bilden, der erst später in seine Glieder zerfällt. Die Endosporen besitzen hier nicht rein propagative Funktion, sondern nehmen am vegetativen Leben der Pflanze teil.

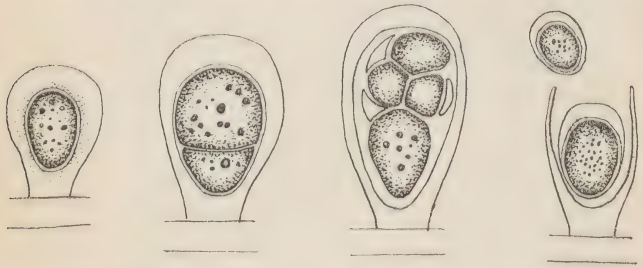


Fig. 26. *Dermocarpa incrassata*. Endosporenbildung (nach Lemmermann).

Exosporen finden sich nur bei der Gattung *Chamaesiphon* unter den *Chamaesiphoneen*[1]). Sie sind phylogenetisch von den Endosporen ableitbar. Eine große Zahl von Übergangsformen findet sich im Meer (Geitler 1925, Beih. Bot. Centrbl.). Im Süßwasser kann als Beispiel *Dermocarpa incrassata* dienen. Diese Form ist dauernd einzellig und besitzt keine vegetativen Teilungen. Bei der Fortpflanzung wird die Zelle zum Sporangium. Der Protoplast zerfällt sukzedan in Endosporen, wobei aber eine Differenzierung im Sporangium in der Weise eintritt, daß der bei der ersten Teilung gebildete Basalteil steril bleibt, während nur der Endteil allein die Sporen liefert (Fig. 26). Der sterile Basalteil wächst innerhalb der ihn becherförmig umgebenden aufgerissenen Sporangiumwand heran und bildet in der gleichen Weise wieder Sporen. Wird die Zahl der Sporen auf eine einzige reduziert, so entsteht eine Zelle, die in basipetaler Reihenfolge am Scheitel einzelne Sporen abschnürt. Dabei können sich die Teilungen nach drei Raumrichtungen von

1) Exosporenartige Fortpflanzungszellen besitzt *Siphononema*. Vgl. hierüber den speziellen Teil.

Dermocarpa noch erhalten haben *(Chamaesiphon confervicola)* oder die Teilungen finden nur nach einer Raumrichtung statt (Fig. 3).

Die Exosporen sind nie nackt, sondern werden unter Membranbildung von der Mutterzelle abgeschnürt. Die Zelle ist von einer becherartigen, scheidenförmigen Bildung umgeben, die der Sporangiumwand der endosporinen Formen homolog ist. Sie ist deshalb nicht als Scheide, sondern als Pseudovagina zu bezeichnen.

Bei manchen *Chamaesiphon*-Arten unterbleibt unter gewissen Bedingungen die Öffnung der Sporangiumwand. Die Exosporen entstehen dann endogen wie die Endosporen, doch immer unter Membranbildung (Fig. 27).

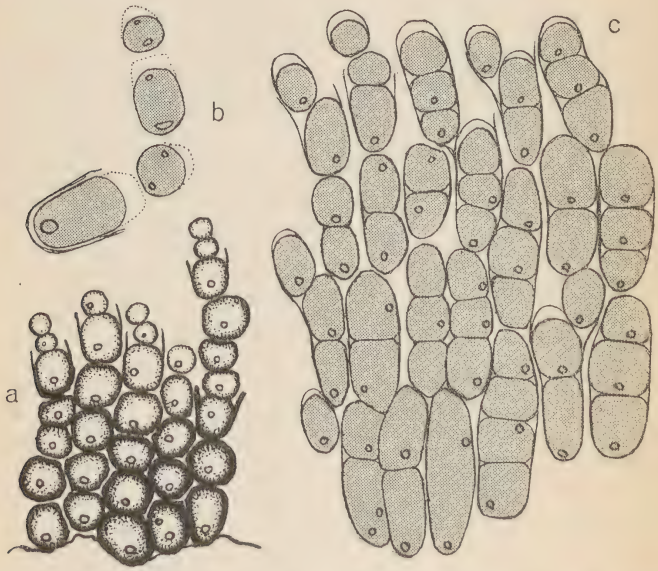


Fig. 27. *b* normale, *c* endogene Entstehung der Exosporen von *Chamaesiphon polymorphus* (1200×, nach Geitler).

Die **Hormogonien** sind Trichomstücke, die aus der Scheide ausschlüpfen und aktiv beweglich sind. Die Bewegung besteht in einem langsamen Kriechen in der Richtung der Längsachse, und kommt wahrscheinlich durch Ausnutzung der Quellungsenergie von ausgeschiedenem Schleim zustande[1]). Bei den *Oscillatoriaceen* kommt zu der Vorwärtsbewegung noch eine Rotation um die Längsachse dazu. Die Erscheinung hängt mit der früher geschilderten spiraligen Organisation der Trichome zusammen.

Für die Hormogonien ist der Besitz von Plasmodesmen, die eine Reizleitung ermöglichen, wesentlich. Außerdem ist die Dünne und Elastizität der Membran wichtig. Hormogonien besitzen daher nur die *Hormogoneen*. Den fadenförmigen *Chamaesiphoneen* fehlen sie, da sie deren Organisation nicht entsprechen.

1) Der Bewegungsmechanismus ist noch nicht ganz aufgeklärt. In neuester Zeit werden rhythmisch verlaufende, longitudinale Kontraktionswellen angenommen (G. Schmid).

Die Länge der Hormogonien ist sehr verschieden, aber oft für eine Art konstant. Von zwei- bis dreizelligen Hormogonien bis zu solchen mit vielen hundert Zellen gibt es alle Übergänge. Sie entstehen entweder gleich bei der Keimung der Dauerzellen aus dem Keimling (primäre Hormogonien) oder können aus dem Thallus gebildelt werden (sekundäre Hormogonien). Letztere entstehen bei niedrig differenziertem Thallus aus dem ganzen Thallus (so bei *Nostoc*, dessen Thallus in Wasser zerdrückt sich vollkommen in Hormogonien auflöst) oder bei höher differrenzierten Formen nur aus den jüngsten Teilen, also bei Spitzenwachstum des Thallus aus den Enden der Fäden, bei trichothallischem Wachstum, wie es bei *Rivulariaceen* vorkommt, interkalar. Sie werden entweder in der Einzahl oder zu vielen gebildet. Die Abtrennung vom Thallus bzw. der Zerfall der Trichome in einzelne Hormogonien erfolgt entweder an Stellen, wo die plasmatische Verbindung der Zellen aufgehoben ist, also z. B. an Heterocysten, oder ohne erkennbare Ursache.

Die Hormogonienbildung ist an das Vorhandensein liquiden Wassers gebunden, das einerseits die bei Trockenheit in einem Dauerzustand befindlichen Zellen zum Leben erweckt, andererseits aber auch die Entleerung, bei der Verschleimungsprozesse der inneren Schichten der Scheide eine Rolle spielen, bewirkt. Die Hormogonien sind bei einer bestimmten, in einzelnen Fällen verschiedenen Lichtintensität positiv phototaktisch. Sie stellen nach Stunden oder Tagen ihre Bewegung ein und bilden neue Thalli.

Manche *Oscillatoriaceen*, die keine festen Scheiden besitzen, *(Oscillatoria, Spirulina)* und manche *Cylindrospermum*-Arten bewegen sich, günstige Bedingungen vorausgesetzt, während ihres ganzen Lebens. Sie befinden sich dauernd im Hormogoniumstadium. Umgekehrt lassen sich die anderen Formen mit festen Scheiden als „eingesperrte" Hormogonien betrachten.

Die **Planococcen** (Borzi) sind einzelne, vom Thallus abgegebene Zellen mit aktiver Bewegungsfähigkeit, also gewissermaßen einzellige Hormogonien[1]). Bei den *Hormogoneen* entstehen sie an den Enden der Fäden (Fig. 204*a*, S. 171); bei den einzelligen *Chroococceen* nehmen die Zellen, wenn sie keine Hüllen besitzen, einfach die Bewegung auf, wenn sie Hüllen besitzen, verschleimen diese. Den *Chamaesiphoneen* fehlen Planococcen.

Die Bewegung ist langsam, taumelnd und nicht bestimmt gerichtet. Untersuchungen über den Bewegungsmechanimus wie über die Verbreitung der Planococcen fehlen.

Thallusaufbau[2]). — In den einfachsten Fällen handelt es sich um ein bloßes Beisammenbleiben von Zellen in gemeinsamem Schleim. Es entstehen unregelmäßige Schleimklumpen mit regellos gelagerten

1) Doch ist zu beachten, daß mehrzellige Hormogonien die Bewegung einstellen, wenn man ihre Zellzahl künstlich unter ein gewisses Minimum bringt. Die Ausbildung vielzelliger Hormogonien oder einzelliger Planococcen ist in der Organisation der Formen begründet und erblich fixiert.

2) Über die äußeren Formen der Lager vgl. den biologischen Abschnitt.

Zellen, wie sie unter den *Chroococcaceen* weit verbeitet sind. Dabei können die Teilungen regellos sein oder nach bestimmten Richtungen erfolgen und die Zellen nachträglich verschoben werden. In anderen Fällen bleiben die Zellen entsprechend den Teilungsrichtungen liegen, so daß es zur Bildung bestimmt geformter Coenobien kommt. So entstehen würfelige oder tafelförmige Kolonien. Alle diese Lagerformen treten auch in anderen Protistenreihen auf. Gemeinsam ist ihnen, daß die Zellen keine bestimmte Polarität besitzen oder wenigstens nicht erkennen lassen.

Im Gegensatz dazu kommt es aber auch zu komplizierteren Bildungen. So bildet *Gomphosphaeria* hohlkugelige Kolonien. Sie bestehen aus einer einzigen peripheren Schichte von Zellen, die auf vom Zentrum ausstrahlenden Gallertstielen sitzen. Die Entwicklung erfolgt in der Weise, daß bei der Teilung der Zellen die äußeren Schichten der dicken schleimigen Membran am Scheitel auseinanderklaffen. Werden zwei Tochterzellen gebildet, so reißt die Membran in zwei Stücke auf, entstehen durch zweimalige Zweiteilung vier Tochterzellen, so bildet die Membran vier aufklappende Teile. Die Teile bleiben an der Basis miteinander verbunden, an den auseinander spreizenden zwei oder vier freien Enden sitzen die zwei oder vier Tochterzellen. Durch Verschleimung der Membranteile bilden sich die Membranstücke in Gallertstiele um. Wiederholt sich der Teilungsvorgang, so entstehen an den Enden der zwei oder vier Gallertstiele wieder zwei oder vier Tochterzellen, deren Membranen sich wieder in Gallertstiele verwandeln, wodurch verzweigte

Fig. 28. *Gomphosphaeria lacustris* (nach Chodat).

Stiele zustandekommen. Die Kolonien wachsen in tangentialer Richtung durch Zellteilungen, in radialer durch ein Zurückschieben der alten Membranteile, bzw. durch ein nach außen Rücken der Tochterzellen. *Gomphosphaeria* stellt so ein vollkommenes Anologon zu der Protococcacee *Dictyosphaerium* dar. Genauer untersucht ist nur *Gomphosphaeria lacustris* (Fig. 28), doch findet die Entwicklung wohl auch bei anderen *Gomphosphaeria*-Arten und wahrscheinlich auch bei den hohlkugeligen Kolonien von *Coelosphaerium* in der gleichen Weise statt.

Ganz unaufgeklärt ist dagegen die Entwicklung von *Pilgeria* und *Marssoniella*. Erstere bildet hohlkugelige Kolonien, deren Zellen zu einem dichten, scheinbaren Parenchym vereinigt sind, letztere besitzt birnförmige Zellen, die radial in einer kugeligen Kolonie orientiert sind. Auf die eigentümlichen Kolonien von *Tetrapedia* wurde bereits früher (S. 13) hingewiesen (Fig. 18).

Einen differenzierten Vorgang stellt die Fadenbildung dar. Am primtivsten stellt sie sich bei den *Entophysalidales* unter den *Chroococceen* dar. Es werden bei der Teilung deutlich bestimmte Richtungen bevorzugt, so daß die Zellen der Kolonie in Reihen zu liegen kommen. *Entophysalis* bildet kleine, wenigzellige Teilkolonien mit blasenförmig ineinander geschachtelten Hüllen, die den *Gloeocapsa*-Kolonien vollständig gleichen. Sie sind aber nicht wie bei *Gloeocapsa* regellos zu einem Haufen vereinigt, sondern liegen in aufrechten Reihen (Fig. 156, S. 121). Ein fester Verband

zwischen den einzelnen Zellgruppen ist aber nicht vorhanden, so daß man nicht von einem Faden sprechen kann.

Wirkliche Zellfäden finden sich bei den *Pleurocopsales* und *Siphononematales* unter den *Chamaesiphoneen* und bei allen *Hormogoneen*. Die Organisation ist aber in beiden Fällen ganz verschieden. Bei den *Hormogoneen* stehen die Zellen untereinander durch Plasmodesmen in Verbindung und bilden ein Trichom, bei den *Chamaesiphoneen* fehlen Plasmodesmen und der Zusammenhang der Zellen ist loser. Infolgedessen sind die beiden Gruppen auch habituell stark verschieden. Die *Chamaesiphoneen* nähern sich stark der *Chroococcean*-Organisation, die *Hormogoneen* zeigen infolge der Differenzierung der Fäden in Trichom und Scheide mit diesen gar keine Ähnlichkeit. Sowohl *Chamaesiphoneen* wie *Hormogoneen* können zeitweise das Wachstum im Fadenverband aufgeben und *Chroococceen*stadien eingehen. Die *Chamaesiphoneen* neigen zu solchen Auflösungen der Fäden in einzelne Zellen weit stärker als die *Hormogoneen*. Denn bei letzteren ist eine Aufhebung der Plasmodesmen notwendig, während erstere ohne besondere Vorbereitungen den Fadenverband aufgeben können.

Im Thallusaufbau zeigen beiden Gruppen viele Übereinstimmungen. Doch finden sich bei den *Chamaesiphoneen* manche primitivere Züge.

Die Fäden des *Chamaesiphoneen* sind in der Jugend einreihig, unverzweigt und frei. Früher oder später kommt es zur Verzweigung. Diese erfolgt meist durch eine seitliche Ausstülpung einer interkalaren Zelle. Die Ausstülpung gliedert sich durch eine Wand ab und wird zur Spitzenzelle des Seitenzweiges. Seltener ist dichotome Verzweigung durch Längsteilung der Endzelle. Dagegen kommen Scheindichotomien häufig zustande, wenn die seitliche Verzweigung in einer subterminalen Zelle erfolgt. Die Ausstülpung wird dann nahe der oberen Querwand gebildet und entwickelt sich oft kräftig, so daß sie auf die Querwand hinaufrückt und den Hauptfaden zur Seite drängt[1]). Das Wachstum der Fäden ist immer ein ausgesprochenes Spitzenwachstum.

Eine spezielle Eigentümlichkeit der *Chamaesiphoneen* ist die tetrachotome Verzweigung. Sie kommt dadurch zustande, daß die Endzelle eines Fadens schnell nacheinander zwei aufeinander senkrecht stehende Längsteilungen erfährt. Die so entstandenen vier Tochterzellen wachsen weiter und liefern vier Fäden, die den ursprünglichen Faden fortsetzen. Durch Ausfall einer Teilung in einer Zelle kann eine trichotome Verzweigung entstehen. In diesem Verhalten drückt sich noch der vielen *Chroococceen* eigentümliche Teilungsrhythmus aus; den *Hormogoneen* fehlt diese primitive Verzweigung. Bleiben die vier oder drei Äste seitlich miteinander verbunden, so entsteht ein scheinbar mehrreihiger Faden.

Charakteristisch für die *Chamaesiphoneen* ist ferner die seitliche Verwachsung der Fäden; die Lager erhalten dadurch ein pseudoparenchymatisches Aussehen. Verbunden ist sie mit der fast allgemein verbreiteten Gliederung des Thallus in Sohle und aufrechte Fäden (Geitler 1925, Arch. f. Protk.). Die Entwicklung beginnt mit der Ausbildung von auf dem Substrat kriechenden

1) Diese Erscheinung ist bei *Chlorophyceen* häufig und wird als Evektion bezeichnet.

Fäden. Sie sind anfangs frei[1]) und unverzweigt, verzweigen sich jedoch bald. Die Seitenzweige verzweigen sich wiederum und es entsteht eine kreisrunde Scheibe aus radiär ausstrahlenden Fäden, die seitlich miteinander verwachsen sind (Fig. 29). Solche Sohlen werden als Nematoparenchyme bezeichnet. In anderen Fällen ist der Fadenverlauf verwischt, die Entwicklung beginnt gleich mit Teilungen nach verschiedenen Raumrichtungen, wodurch eine scheinbar parenchymatische Scheibe, ein Blastoparenchym entsteht (Fig. 30f.)[2]). Die Scheiben zeigen immer deutliches Randwachstum. Zwischen beiden Typen kommen Übergänge vor. — Manche Formen bleiben dauernd auf diesem Sohlenstadium stehen. Bei anderen erfolgen früher oder später in den Zellen der Sohle horizontale

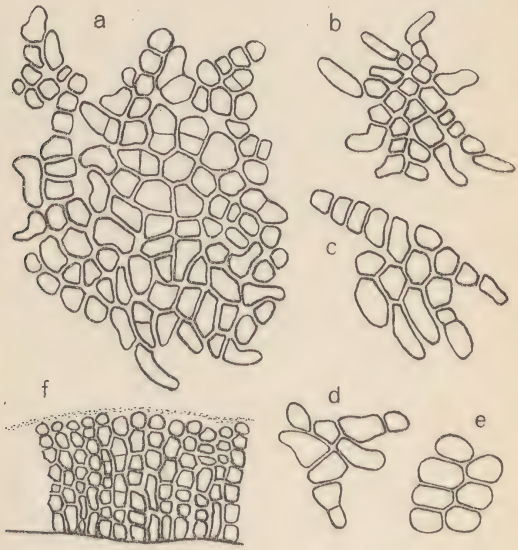


Fig. 29. *a—d* junge nematoparenchymatische Sohlen von *Oncobyrsa rivularis* (nach Geitler).

Teilungen, die zur Bildung aufrechter Fäden führen. Die Entwicklung beginnt im Zentrum und schreitet zentrifugal vor. Dadurch wölbt sich die Mitte vor und es entsteht ein halbkugeliger Thallus. Die aufrechten Fäden sind entsprechend ihrer Entstehung seitlich miteinander verbunden. Sie sind oft dauernd unverzweigt oder verzweigen sich bald. Die Verzweigung erfolgt meist durch Längsteilung der Spitzenzelle nach zwei Raumrichtungen (tetrachotom). Von oben gesehen sieht ein solcher Thallus dann aus Vierergruppen von Zellen zusammengesetzt aus (Fig. 30); im Profil erscheinen die Tetrachotomien als Dichotomien (Fig. 30*g*)[3]).

1) Bei *Hyella* bleiben sie dauernd oder lange Zeit frei.

2) Nemato- und plastoparenchymatische Sohlen sind auch in anderen Algenreihen (*Chrysophyceen*, *Chlorophyceen*) verbreitet.

3) Die Süßwasserformen geben nur eine geringe Vorstellung von den mannigfaltigen Ausbildungsarten der Sohle und der aufrechten Fäden, wie überhaupt von dem Formenreichtum der *Chamaesiphoneen*.

Der fadenförmige Aufbau des Thallus wird sehr häufig dadurch undeutlich, daß die Membranen der Zellen verschleimen und die einzelnen Zellen eine selbständige Weiterentwicklung durch unregelmäßige Teilungen erfahren. Der Thallus setzt sich dann aus einem Haufen von unregelmäßig orientierten Zellgruppen zusammen. In diesem Stadium sind die Thalli mit *Chroococcaceen* zu verwechseln.

Eigentümliche Kolonien bilden manche *Chamaesiphon*-Arten (Geitler 1925, Arch. f. Protk.). Die Exosporen fallen häufig nicht ab, sondern setzen sich am Rand der Pseudovagina der Mutterzelle fest, keimen und bilden wieder Exosporen. Es entstehen dadurch entweder bäumchenförmige Kolonien nach Art der Koloinen von *Dinobryon* (Fig. 191) oder, wenn reichliche Schleimproduktion

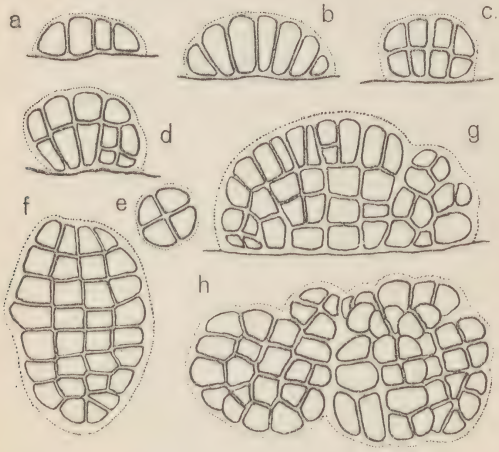


Fig. 30. *e* junge 4zellige, *f* ältere blastoparenchymatische Sohle von *Xenococcus Kerneri* (nach Geitler).

erfolgt, schleimige Lager mit ± regelmäßigen, oft verzweigten Zellreihen (Fig. 194, 195).

Bei den *Hormogoneen* finden sich kompliziertere Lagerformen wie bei den *Stigonematales*. Hier kommen Verzweigungen vor, die durch Abgliederung einer seitlichen Ausstülpung wie bei den *Chamaesiphoneen* entstehen. Daneben aber gibt es eine zweite Art der seitlichen Verzweigung: im Trichom erfährt eine interkalare Zelle eine Längsteilung, die eine Tochterzelle wird zur Spitzenzelle des Seitenzweiges.

Weit verbreitet sind Dichotomien, die oft in regelmäßigen Abständen auftreten und so einen sehr regelmäßig aufgebauten Thallus bilden (Fig. 31). Tetrachotomien fehlen infolge der höheren Organisation. Verwachsungen von Fäden finden selten statt. Nur einzelne Formen imitieren den Aufbau der *Pleurocapsales*, indem sie eine nematoparenchymatische Sohle und aufrechte Fäden bilden

1) Den *Chamaesiphoneen* fehlen sie vollständig, was aus der Organisation der Fäden verständlich ist.

(Fig. 32). In den meisten Fällen sind die Fäden frei. Dann besteht häufig ein Dimorphismus zwischen Haupt- und Seitenzweigen. Die Seitenzweige sind schmal und bilden Hormogonien, die Hauptfäden breit und bilden Dauerzellen. Oft sind die Hauptfäden niederliegend, die Seitenzweige aufrecht.

Das Wachstum der Fäden erfolgt an der Spitze. In manchen Fällen ist eine Scheitelzelle vorhanden, die nach hinten Segmente abgibt. Am deutlichsten ausgeprägt ist dieses Verhalten bei *Stigo-*

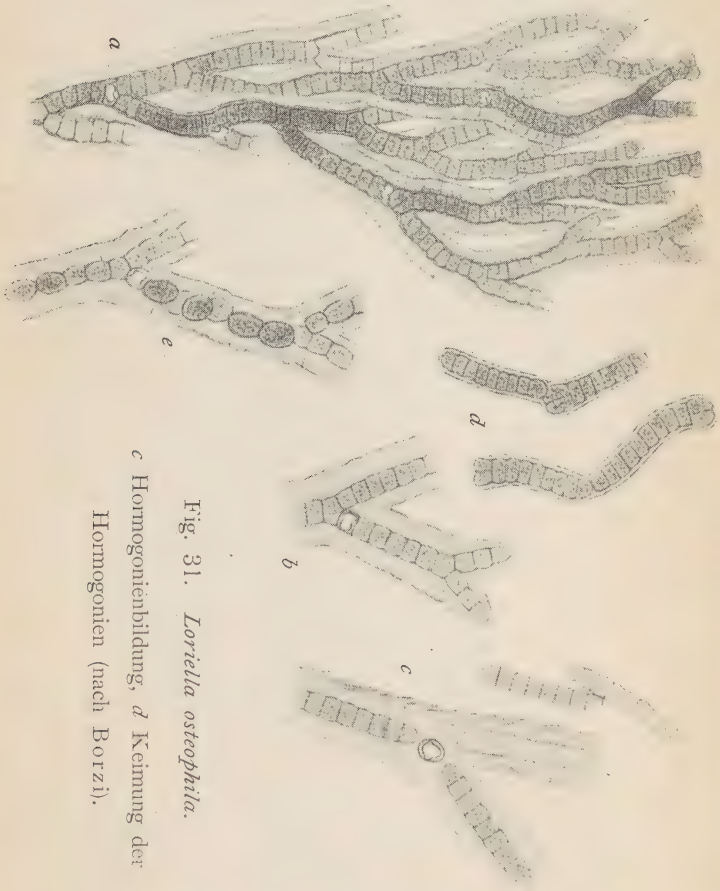


Fig. 31. *Lorrella osteophila.* *c* Hormogonienbildung, *d* Keimung der Hormogonien (nach Borzi).

nema mamillosum (Fig. 33). Die Scheitelzelle ist meist lang, die abgegebenen Zellen kurz, scheibenförmig. In einiger Entfernung von der Spitze erfahren die Zellen Längsteilungen, wodurch das Trichom mehrreihig wird. Die einzelnen Segmente sind noch in alten Teilen oft gut zu erkennen (Fig. 33). In diesen dicken Trichomen liegen die Zellen alle peripher, das Innere ist von Schleim erfüllt.

In den alten Thallusteilen erfolgt häufig unter Aufhebung der Plasmodesmen eine Isolierung der Zellen. So entstehen *Gloeocapsa*-artige Zellgruppen.

Fig. 32. *Pulvinularia Suecica.* *a* Thallus im Profil in Hormogonienbildung; *b* Keimungsstadien der Hormogonien; *c* junge Sohlen; *d* junger Thallus in der Draufsicht (nach Borzi).

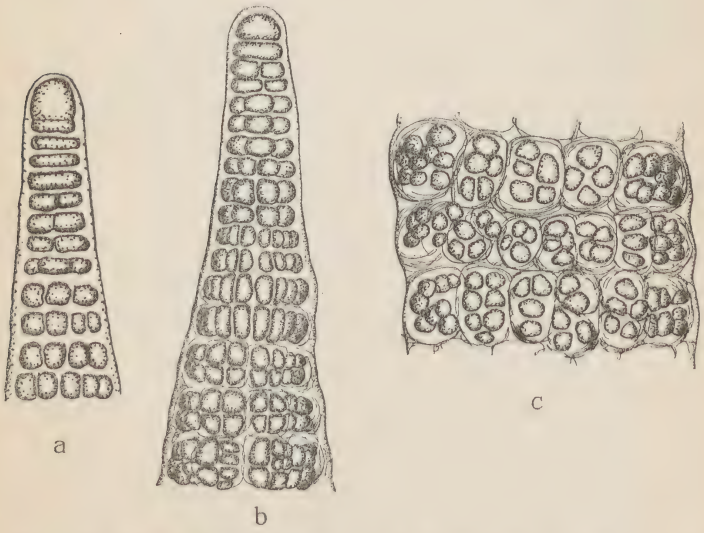


Fig. 33. *Stigonema mamillosum.* *a*, *b* Fadenende mit Scheitelzelle, *c* Teil eines alten Fadens (nach Geitler).

Einige *Stigonemetales (Mastigocoleus, Loefgrenia)* besitzen Haare. Dabei gehen entweder alle oder fast alle Trichome in Haare aus (*Loefgrenia*), oder es tritt eine Differenzierung in Haar bildende und haarlose Zweige ein (*Mastigocoleus*). Bei *Mastigocoleus* tritt außerdem noch eine Differenzierung der haarlosen Trichome in zwei Arten hinzu: die einen besitzen unbegrenztes Wachstum, sind lang und liefern die Hormogonien, die anderen sind auf wenige Zellen reduziert und schließen mit einer terminalen Heterocyste ab. Meist sind diese kurzen Äste bis auf zwei Zellen reduziert. Dann entsteht eine gestielte Heterocyste. Manchmal wird auch die letzte vegetative Zelle unterdrückt, so daß die Heterocyste dann seitlich im Hauptfaden steht. Die gleiche Differenzierung in lange und kurze Zweige besitzt *Nostochopsis* (Fig. 24).

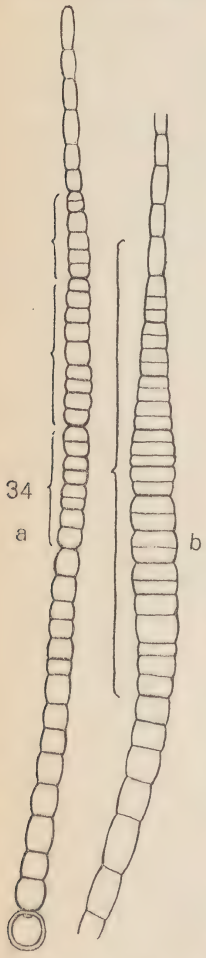


Fig. 34. *a* junges Trichom von *Gloeotrichia Pisum*; *b* junges Trichom von *Rivularia polyotis*. Das interkalare Meristem ist durch Klammern bezeichnet; in *a* sieht man die Abkömmlinge von drei Zellen (beide nach Schwendener).

Den übrigen *Hormogoneen*, die als *Nostocales* zusammengefaßt werden, ist gemeinsam, daß echte Verzweigung und Mehrreihigkeit der Fäden nicht vorkommt. Doch findet sich in einigen Familien Scheinverzweigung, die dadurch entsteht, daß das in einer festen Scheide befindliche Trichom an einer Stelle unterbrochen wird und nun die beiden so entstandenen Enden seitlich aus der Scheide hervorbrechen und zwei Seitenzweige liefern (*Scytonema*-Typus). Oft entstehen die zwei Äste durch Bildung einer Schlinge des Trichoms, die seitlich durchbricht und erst nachträglich reißt. In anderen Fällen wächst nur das eine Ende aus, so daß ein einziger Scheinast entsteht (*Tolypothrix*-Typus). Wiederholt sich dieser Vorgang und wächst infolge polarer Differenzierung der Trichome an den Unterbrechungsstellen immer nur das nach derselben Seite gerichtete Trichomstück aus, so entstehen ziemlich regelmäßig aufgebaute Thalli, wie wir sie bei den *Rivulariaceen* finden. Oft kommt es dabei vor, daß der Seitenast sich stärker als der Hauptfaden entwickelt und diesen zur Seite schiebt, so daß der Aufbau sympodial wird. Die Unterbrechung erfolgt häufig durch Heterocysten, oft aber ohne sichtbare Ursache oder durch abgestorbene Zellen.

Eine eigentümliche Art der Scheinverzweigung findet sich bei *Mastigocladus* und *Herpyzonema*. Hier wächst das Trichom seitlich aus und bildet eine „Schlinge", die aber gespitzt und V-förmig ist. Der eine Schenkel wächst weiter, der andere bleibt an der Basis

liegen. Sind die beiden Schenkel aneinanderliegend, so erscheint der Seitenast an seiner Basis zweireihig. Diese V-Verzweigung ist vielleicht so aufzufassen, daß nach der Art von *Scytonema* zwei Seitenäste entstehen, von denen sich aber nur der eine weiterentwickelt[1]).

Alle diese Formen wachsen teils an der Spitze, teils aber auch interkalar. Bei manchen *Rivulariaceen* findet sich ein deutlich begrenztes, interkalares Meristem. Bei der Keimung der Hormogonien erfolgt zuerst ein Wachstum an einem Ende, wodurch lange, schmale

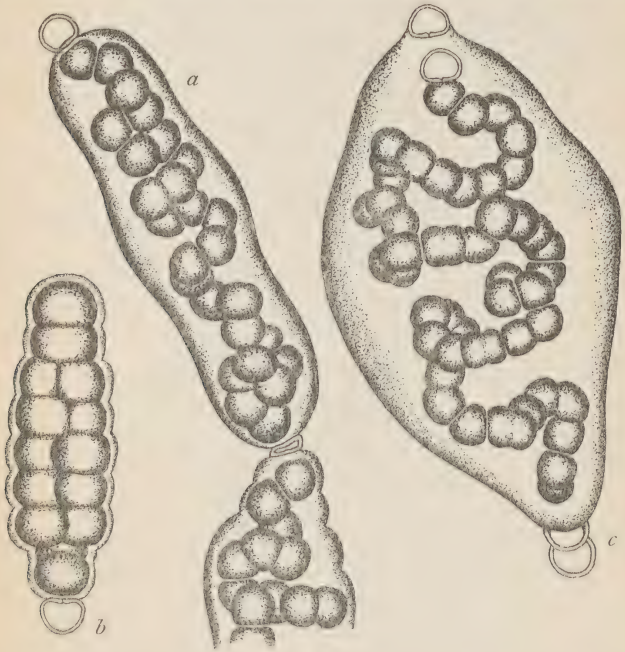


Fig. 35. Entwicklungsstadien von *Nostoc commune*. *a* „zweireihiges", zur Ruhe gekommenes Hormogonium; *b* Weiterentwicklung; *c* junge Kolonie, noch aus einem einzigen Trichom bestehend (nach Geitler).

Zellen entstehen, die später zum Haar werden. Hierauf folgen Teilungen der interkalaren Zellen, während die basalen ungeteilt bleiben. Das interkalare Meristem bleibt dauernd erhalten, es liefert die Scheinverzweigungen und die Hormogonien; aus den basalen Zellen entstehen später die Dauerzellen. Das Meristem ist an der hohen Teilungsfrequenz seiner Zellen sofort zu erkennen (Fig. 34). Die *Rivulariaceen* zeigen also ausgeprägtes trichothallisches Wachstum, wie es von den *Phaeosporeen* bekannt ist.

Ausschließlich oder vorwiegend gleichmäßig interkalares Wachstum besitzen die *Nostocaceen* und *Oscillatoriaceen*. Der Thallus be-

1) Befriedigend ist diese Deutung jedoch nicht. Besonders bei der marinen *Brachytrichia* scheint das V durch eine seitliche Auskrümmung einer einzigen Zelle zu entstehen.

steht hier aus einreihigen, unverzweigten Trichomen, erscheint also sehr einfach aufgebaut. Doch sind speziell manche Formen der *Oscillatoriaceen* kompliziert organisiert. Bei *Oscillatoria* sind die Trichome in eigentümlicher Weise segmentiert: in bestimmten Abständen ist das Trichom etwas eingezogen oder es finden sich in bestimmten Abständen feste Querwände, die bei Einwirkung kontrahierender Mittel oder bei Austrocknung gleichsam als Versteifungen hervortreten. Die Größe dieser Segmente fällt mit der Minimalgröße der noch aktiv beweglichen Hormogonien zusammen. Gleichzeitig läßt sich ein bestimmter Teilungsrhythmus feststellen, der an dem wellenförmigen Größer- und Kleinerwerden der in Bildung befindlichen Querwände ablesbar ist. Alle diese Umstände sind kaum bekannt und bedürfen weiterer Untersuchungen. Ein Segment umfaßt wahrscheinlich die Abkömmlinge einer einzigen Zelle.

Die Enden der Trichome sind meist besonders differenziert. Häufig sind sie zugespitzt, oft gebogen. Die Endzelle besitzt manchmal eine verdickte Membran, manchmal sitzt ihr ein kegeliger Membranteil (Kalyptra) auf.

Entwicklungsgeschichte. — Bei der Keimung der Dauerzellen der *Hormogoneen* entsteht entweder gleich ein für die betreffende Form charakteristischer Keimling, oder aber es wird ein Hormogonium gebildet, das erst, nachdem es zur Ruhe gekommen ist, den Thallus bildet. In manchen Fällen entsteht nicht gleich ein Zellfaden, sondern es erfolgen Teilungen nach drei Raumrichtungen, die zur Bildung unregelmäßiger Zellhaufen führen. Solche *Chroococcean*stadien treten häufiger nur bei den *Stigonematales* und bei den *Scytonemataceen* auf.

Die Keimlinge der Hormocysten bilden, soweit ihre Entwicklung bekannt ist, sofort einen vegetativen Faden, ohne ein Hormogonienstadium durchzumachen.

Bei der Keimung der Hormogonien treten in der Regel frühzeitig die Eigentümlichkeiten des Thallus der betreffenden Form auf. So erfolgt bei *Loriella* (Fig. 202) als erste Teilung an den Enden eine Querteilung, die die ersten Dichotomien einleitet. Bei *Stigonemataceen* treten frühzeitig interkalare Längsteilungen auf, wodurch das Trichom mehrreihig wird. Eine besondere Entwicklung zeigen die Hormogonienkeimlinge bei manchen *Nostoc*-Arten. Die fertigen Thalli bestehen hier aus vielfach verschlungenen, in gemeinsamen Schleim liegenden Trichomen. Sie entstehen aus den Hormogonien dadurch, daß sich zunächst alle Zellen verbreitern und Längsteilungen erfahren. Das Trichom ist scheinbar zweireihig, wie man aber aus dem Verlauf der Plasmodesmen und bei der weiteren Entwicklung sieht, handelt es sich um ein einreihiges, zickzackförmig gewundenes Trichom. Die Windungen berühren einander, so daß ihr Verlauf nicht unmittelbar sichtbar ist. Es erfolgen nun weitere Teilungen, wodurch sich die Windungen lockern (Fig. 35)[1]. Schließlich treten interkalare Heterocysten auf und das Trichom zerfällt in mehrere Stücke, die weiterwachsen und sich durcheinander schlingen. Bei anderen *Nostoc*-Arten treten im Keimling keine

1) Vgl. auch die Figuren von *Nostoc* im speziellen Teil.

Längsteilungen auf, sondern von Anfang an schiefe Teilungen. Die Keimlinge schließen in der Regel mit terminalen Heterocysten ab.

An einer beliebigen Stelle der Entwicklung kann sich bei vielen Formen ein *Chroococcaceen* stadium einschalten. Die Zellen isolieren sich und wachsen durch Teilungen nach verschiedenen Raumrichtungen zu unregelmäßigen Kolonien heran. Sehr häufig tritt dieses *Chroococcaceen* stadium bei *Chamaesiphoneen* auf. Seltener ist es bei den *Hormogoneen*, wo es hauptsächlich bei den *Stigonematales* und den *Scytonemataceen* zu finden ist.

Die Endo- und Exosporen der einzelligen *Chamaesiphoneen* entwickeln sich direkt durch Heranwachsen zur vegetativen Pflanze. Die Entwicklung, die die Endosporen der *Pleurocapsales* nehmen, ist nicht näher bekannt. Sie wachsen wohl gleich zu einem für die betreffende Form typischen Faden heran. Das gleiche gilt wohl auch von den *Planococceen*.

Phylogenie und Systematik. — Die Cyanophyceen zerfallen in drei verschieden hoch organisierte Gruppen: in einzellige oder koloniebildende Formen mit ausschließlich vegetativer Zellteilung (*Chroococceae*), in einzellige Formen mit Endo- oder Exosporenbildung und Differenzierung in Basis und Spitze oder fadenförmige Formen von niederer Organisation (ohne Plasmodesmen) (*Chamaesiphoneae*) und in fadenförmige von hoher Organisation (mit Plasmodesmen) (*Hormogoneae*). Am primitivsten erscheinen die *Chroococceen*. Sie zerfallen in die eigentlich typischen *Chroococcales* ganz ohne Andeutung von fadenförmigem Wachstum und in die *Entophysalidales*, die den Thallusaufbau der fadenförmigen *Chamaesiphoneen* antizipieren. Letztere werden als *Pleurocapsales* zusammengefaßt, mit Ausnahme der abweichenden Gattung *Siphononema*, die als Repräsentant einer eigenen Reihe, der *Siphononematales*, zu betrachten ist. Die *Pleurocapsales* sind wahrscheinlich mit den *Entophysalidales* nahe verwandt; die *Siphononematales* zeigen sowohl zu den *Entophysalidales*, wie zu den *Pleurocopsales*, zu den einzelligen *Chamaesiphonaceen* und auch zu den *Hormogoneen* (speziell zu den *Stigonematales*) Beziehungen. Die einzelligen *Chamaesiphoneen* bilden die Reihe der *Dermocarpales*, die mit Formen mit Endosporenbildung beginnt (*Dermocarpaceae*) und mit Formen mit Exosporenbildung abschließt (*Chamaesiphonaceae*). Letztere sind leicht von den ersteren abzuleiten; dagegen ist es fraglich, ob die *Dermocarpaceen* als ursprünglich einzellig oder als reduziert aufzufassen sind. Wahrscheinlicher ist das Letztere, da es zahlreiche (marine) Übergangsformen gibt, die sich nicht anders interpretieren lassen. Durch den Besitz von Plasmodesmen stellen die *Hormogoneen* die am höchsten organisierte Gruppe dar. Doch fehlen ihnen, mit einer einzigen Ausnahme, Endo- und Exosporen. Bei einer Gruppe (*Stigonematales*) erscheint noch die echte Verzweigung der fadenförmigen *Chamaesiphoneen* und infolgedessen ein komplizierter Thallusaufbau, der im Extrem zu Scheitelzellwachstum mit Segmentierung führt (*Stigonema*). Der größte Teil der *Hormogoneen* (*Nostocales*) besitzt keine echte Verzweigung und zeigt einfachen Aufbau. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Reduktionsreihe. Als extremstes Endglied kann *Oscillatoria*, die bei sehr einfachem Thallusaufbau durch ihre kompliziert gebaute Membran, die spiralige Drehung der Zellen, die Segmentierung und die Betonung

des Hormogoniumstadiums ihr hohes Alter verrät, aufgefaßt werden. Die *Stigonematales* würden den natürlichen Anschluß an die *Chamaesiphoneen*, wie *Siphononema*, vermitteln. Daß die *Stigonematales* relativ primitiv sind, verrät das häufige Auftreten von *Chroococcaceen*-stadien, das häufige Auftreten von *Gloeocopsa*artigen Membranen und die oft undeutliche Differenzierung in Scheide und Trichom; einigen Formen scheinen auch Hormogonien zu fehlen. Daß die *Hormogoneen* wahrscheinlich aus den *Chamaesiphoneen* entstanden sind, zeigt — außer den Übergangsformen der *Stigonematales* — das Vorkommen von Endosporen bei einer Form *(Herpyzonema)*, das nur als Relikt aufgefaßt werden kann. Unklar ist das plötzliche Auftreten der Heterocysten.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der gesamten Cyanophyceen zu anderen Organismengruppen sind noch ganz unklar. Es ist möglich, daß sich unter den Bakterien farblos gewordene Blaualgen befinden. Wahrscheinlich ist, daß die *Chlorobakterien* durch die sapropelische Lebensweise modifizierte Cyanophyceen sind.

Biologie.

Die meisten Cyanophyceen sind freilebend und entweder im Wasser freischwimmend oder festsitzend oder leben an relativ trockenen Standorten in der Luft. Nur relativ wenige Formen sind in ihrem Vorkommen an bestimmte Wirtspflanzen gebunden, in denen sie teils interzellulär als Raumparasiten, teils intrazellulär symbiontisch leben.

Bei den freilebenden hygrophilen Cyanophyceen lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: limnophile, die in stehendem Wasser und potamophile, die in fließendem Wasser leben. Die limnophilen Formen sind zum Teil freischwimmend, zum Teil festsitzend, die potamophilen naturgemäß immer festsitzend.

Im stehenden Wasser leben die Formen entweder im Litoral oder am Grund der Gewässer oder schweben frei im offenen Wasser und bilden dann das Plankton. Zwischen den drei Gruppen kommen Übergänge vor. So werden die Planktonformen oft ins Litoral verschlagen und können dort lange Zeit weiter leben. Umgekehrt können Litoral- oder Grundformen ins Plankton gelangen. Man spricht dann von Tychoplanktonten. Außerdem gibt es fakultative Planktonten, die einen Teil ihres Lebens am Grund der Gewässer verbringen, dann aber aufsteigen und während des Planktonlebens ihre Hauptentfaltung erlangen. Manche Formen leben dauernd freischwebend und bilden die eigentlichen Euplanktonten.

Die Planktonformen können den verschiedensten systematischen Verwandtschaftskreisen angehören. Nur die *Chamaesiphoneen* fehlen vollständig. Dies hängt damit zusammen, daß diese Formen in hohem Maß zur festsitzenden Lebensweise prädestiniert sind. Die planktonischen Cyanophyceen zeigen, trotz sehr verschiedenem morphologischen Aussehen, einige gemeinsame Züge, die unmittelbar mit der Lebensweise zusammenhängen und sich ebenso bei planktonischen Formen anderer Algenreihen finden. Dazu gehören die Einrichtungen, die das Schweben erleichtern. Es wird auf zweierlei Art erreicht: entweder durch lange, schmale Gestalt der Einzelzelle oder durch mannigfache Coenobienformen und durch

Bildung von Gallerthüllen. Dem ersten Typus gehören die *Dactylococcopsis*-Arten an, die etwa mit *Ankistrodesmus* unter den *Protococcaceen* zu vergleichen sind. Die Zellen sind hier langspindelförmig und leben entweder einzeln oder in Bündeln. Prinzipiell gleich verhalten sich die *Oscillatoria*-Arten, bei denen die Spindelform durch ein ganzes Trichom gebildet wird; die Trichome leben ebenfalls einzeln oder in Bündeln. Einen anderen Bauplan findet man bei *Merismopedia*, die tafelförmige Kolonien besitzt und die Parallelform zu *Crucigenia* unter den *Protococcaceen* darstellt. Die meisten Planktonformen besitzen aber ± kugelige Gestalten und scheiden dann mächtige Gallertmassen aus (*Chroococcus*-Arten, *Microcystis*-Arten u. a.). — Allen Planktonformen ist gemeinsam, daß sie nie feste Gallerthüllen ausbilden. Dies hängt damit zusammen, daß sie nie der Austrocknung ausgesetzt sind.

Viele Planktonformen besitzen Pseudovakuolen. Manchmal werden sie erst gebildet, wenn die Formen von der benthonischen Lebensweise zur planktonischen übergehen. Deshalb und weil sich Pseudovakuolen bei nicht planktonischen Formen verhältnismäßig selten finden, ist es naheliegend, einen kausalen Zusammenhang zwischen der planktonischen Lebensweise und dem Besitz von Pseudovakuolen anzunehmen. Doch läßt sich hierüber noch nichts Sicheres sagen. Die Pseudovakuolen bewirken jedenfalls nicht das Schweben. Dies geht einerseits daraus hervor, daß oft ein zu Boden-Sinken eintritt, obwohl die Pseudovakuolen erhalten sind, andererseits fehlen vielen Planktonformen Pseudovakuolen überhaupt. Auffallend ist, daß die Pseudovakuolen außer bei den Planktonformen am häufigsten bei den im Faulschlamm lebenden, sapropelischen Grundformen auftreten, also bei einer Gruppe, die — wenigstens scheinbar — keinerlei biologische Ähnlichkeiten, weder physikalischer noch chemischer Natur, mit den Planktonformen besitzt. Wenn auch das sonstige Auftreten von Pseudovakuolen selten ist, so darf doch nicht außer acht gelassen werden, daß sie sich auch manchmal bei Formen, so z. B. in den Hormogonien von *Nostoc*-Arten, finden, die sich biologisch wieder ganz anders als die planktonischen und sapropelischen Formen verhalten.

Bekannt ist, daß die Planktonformen oft in solchen Massen[1]) auftreten können, daß sie dem Wasser eine bestimmte Färbung verleihen. Solche Vegetationsfärbungen oder Wasserblüten haben eine nur begrenzte Dauer, da nach dem Maximum der Entwicklung eine Erschöpfung der Nährsalze eintritt, die ein Abklingen der Entwicklung bzw. Absterben zur Folge hat. Charakteristisch für die Wasserblüten ist, daß in der Regel eine einzige Form dominiert und alle anderen zurückdrängt. Es tritt gewissermaßen eine Immunisierung im Großen ein. — Wasserblüten bilden nur solche Gewässer, die an Nährstoffen und speziell auch an organischen Nährstoffen reich sind. Reine, klare Alpenseen sind immer durch einen Mangel an planktonischen Cyanophyceen ausgezeichnet. Im einzelnen sind die Bedingungen für die Entstehung der Wasserblüten noch nicht geklärt. Manchmal erscheinen sie ziemlich regelmäßig alljährlich, in anderen Fällen treten sie nur sporadisch auf.

1) Kolkwitz hat bei *Oscillatoria Agardhii* 11 000 Fäden pro cm^3 gezählt. Die Zahl wird in anderen Fällen aber noch übertroffen.

Sie können zu allen Jahreszeiten erscheinen, sind aber an manchen Orten auch an eine bestimmte Jahreszeit gebunden.

Die Grundformen stellen teils nur Ruhestadien der fakultativen Planktonten dar, teils sind sie eubenthonisch. Zu letzteren sind die im H_2S haltigen Faulschlamm zusammen mit Schwefel- und Purpurbakterien lebenden Cyanophyceen zu rechnen. Sie kommen sowohl in seichten Gewässern, wie auch in großen Tiefen vor[1]). Es handelt sich hauptsächlich um *Oscillatoria* und *Lyngbya*-Arten. Charakteristisch ist für sie ein eigentümlich gelbgrüner Farbenton oder fast vollständige Farblosigkeit. Doch findet man auch blaugrüne Formen. Die Farblosigkeit wird oft auf den Lichtmangel in der Tiefe zurückgeführt. Doch ist zu beachten, daß fast farblose Cyanophyceen sich sehr häufig auch in Bächen finden, wo von einem Lichtmangel keine Rede sein kann. Ebensowenig kann die blasse Farbe mit Sicherheit auf eine heterotrophe Lebensweise schließen lassen, da sie sich auch bei typisch katharoben Bachformen findet. Doch ist es sehr wahrscheinlich, daß sich die Formen großer Tiefen wirklich $\pm$ heterotroph ernähren. Die gelbgrüne Färbung hängt jedenfalls innig mit der sapropelischen Lebensweise zusammen, denn sie findet sich ausschließlich bei diesen Formen. Die an den gleichen Standorten lebenden *Chlorobacterien* zeigen genau die gleiche gelbgrüne Färbung[2]). Sie ist jedenfalls nur durch die Ernährungsverhältnisse und nicht durch das Licht bedingt, da sie auch in seichten Gewässern auftritt. Erstaunlich ist die außerordentlich hohe Resistenz mancher Formen gegen H_2S. So bleibt *Oscillatoria coerulescens* in gesättigtem H_2S-Wasser 10 Tage lebend.

Ebenfalls in erster Linie durch den Chemismus des Wassers erhalten die Hochmoorformen ein eigentümliches Gepräge. Es zeigt sich hier in der Natur eine Erscheinung, die auch experimentell festgestellt wurde, daß nämlich bei Nährstoff- und besonders bei Stickstoffmangel eine Reduktion der Assimilationspigmente stattfindet und die Assimilation $\pm$ sistiert wird. Die Folge ist eine Gelbfärbung der Zellen und ein kümmerliches Vegetieren. Es handelt sich dabei um einen selbstregulatorischen Vorgang, der automatisch das Gleichgewicht zwischen CO_2-Assimilation und Ernährung erhält. Würde es gestört werden, so müßte die Zelle zugrunde gehen. Schränkt sie aber die CO_2-Assimilation ein, so bildet sie gewissermaßen ein Ruhestadium, in dem sie sich weiter erhalten kann. In den Hochmooren mit ihrer geringen Nährstoffmenge tritt die Gelbfärbung der Cyanophyceen relativ häufig auf. Doch kann sie unter ähnlichen Bedingungen bei allen Formen entstehen[3]).

Interessante Eigentümlichkeiten zeigen vielfach Tiefenformen in reinem Wasser, wie sie an unterseeischen Felswänden oder an der Halde in Alpen- und Flachlandseen vorkommen. Es ist hier ein auffallendes Überwiegen roter oder doch violetter Formen festzustellen. Genauer studiert wurden diese Biocoenosen in Holsteinischen Seen und in einigen Alpenseen (Pascher 1923, Geit-

1) *Oscillatoria profunda* geht im Bodensee bis 75 m herab.

2) Wahrscheinlich sind die *Chlorobacterien* einzellige Cyanophyceen.

3) Es ist daher der Gelbfärbung in der Systematik keine Bedeutung beizumessen.

ler 1922). Hier findet sich häufig in relativ geringer Tiefe (8 bis 12 m) eine Mooszone, die meist aus *Fontinalis* besteht und die eine große Zahl von Cyanophyceen beherbergt. Es treten *Microcystis*- und *Oscillatoria*-Arten reichlicher auf und zeigen weinrote oder rotviolette Farbentöne. Hier kommt eine Form vor, die ganz gleich aussieht wie *Merismopedia glauca*, aber nicht blau, sondern rosa gefärbt ist. Auch einzelne rotviolett-gefärbte *Chamaesiphon*-Arten kommen vor. Eine weitere Eigentümlichkeit ist die meist kräftige Färbung und deutliche Sichtbarkeit des Chromatoplasmas.

Die Erscheinung steht in Zusammenhang mit der sogenannten komplementären chromatischen Adaptation. Zahlreiche Cyanophyceen (jedoch sicher nicht alle) besitzen die Fähigkeit, die dem dargebotenem Licht komplementäre Farbe anzunehmen[1]). So erhalten die Zellen im roten Licht eine ± grüne Farbe, im grünen Licht eine rötliche Farbe. Der Farbenumschlag wird durch stärkere bzw. schwächere Ausbildung des Phykoerythrins und Phykozyans bewirkt. Allgemein ist die Assimilationsintensität in der der Chromatophorenfarbe komplementären Farbe am größten, da diese Lichtstrahlen vom Chromatophor am wirksamsten absorbiert werden. Die biologische Bedeutung der chromatischen Adaptation der Blaualgen liegt also darin, daß durch Veränderung der Chromatophorenfarbe in verschiedenfarbigem Licht jeweils die größte Assimilationsintensität erreicht werden kann. Im Wasser erfolgt durch seine Absorption eine Selektion der Lichtstrahlen derart, daß die langwelligen Strahlen, also die roten, am schnellsten geschwächt werden. Formen mit grünen Chromatophoren, die hauptsächlich auf die roten Strahlen angewiesen sind, sind in tieferen Wasserschichten also im Nachteil. Es bildet sich so in der Tiefe der Seen eine Biocönose von Organismen aus, die kurzwellige (violette, blaue und grüne) Strahlen ausnützen können, die also gelbe oder rote Chromatophoren besitzen. Gelbgefärbte Formen sind an solchen Stellen reichlich durch die *Diatomeen* vertreten, rote durch die *Cyanophyceen* und andere[2]).

Von diesen roten Formen der Seentiefe ist es aber noch unklar, ob es sich wirklich um eine individuelle Adaptation handelt, oder ob die Farbe erblich fixiert ist. Es dürften wohl beide Möglichkeiten verwirklicht sein. Wichtig ist aber auch, daß nicht nur die Lichtqualität, sondern auch die Intensität eine Rolle zu spielen scheint. Speziell in tieferen Wasserschichten herrscht nicht nur ein Blau-Grün-Dämmerlicht, sondern überhaupt eine sehr schwache Lichtintensität. Verfärbungen der Chromatophoren lassen sich experimentell auch durch Variieren der Helligkeit erzielen.

---

1) Sicher nicht adaptierend sind nach Boresch, Schindler und Pringsheim: *Oscillatoria brevis*, *tenuis*, *formosa*, *limosa*, *amphibia*, *amoena*, *curviceps*; *Phormidium Corium*, *autumnale*, *subfuscum*, *favosum*, *Retzii* var. *nigroviolacea*, *laminosum* var. *aeruginea*; *Lyngbya aerugineo-coerulea*. Von den adaptierenden Formen ist am besten *Phormidium laminosum* var. *olivaceo fusca* bekannt.

2) Die Cyanophyceen besitzen keine gelben Assimilationspigmente, können sich also nicht an das blauviolette Licht adaptieren. Nach gelb verfärben sich die Cyanophyceen — wie erwähnt — unter Nährstoffmangel, wenn die Assimilationspigmente reduziert werden und die Assimilation überhaupt eingestellt wird.

Daß sich die roten Formen in Süßwasserseen oft in relativ geringer Tiefe finden, hängt mit der geringen Sichttiefe dieser Gewässer zusammen[1][2].

Die Litoralformen stellen in manchen Beziehungen Übergangstypen dar. So finden sich hier teilweise Formen, die auch am Grund vorkommen, teilweise Formen, die sich auch im Plankton finden. Oft zeigen sich auch Annäherungen an die eigentlichen aërophilen Landformen, da Teile der Litoralzone zeitweise trocken liegen können. Man findet hier daher zum Teil Formen, die durch ± feste, häufig braungefärbte Scheiden charakterisiert sind. Eine besonders interessante Biocönose stellt die Wellenschlagszone dar. Hier herrschen Bedingungen, die einerseits sich den Bedingungen am Land nähern (infolge des zeitweisen Trockenliegens bei den Schwankungen des Wasserspiegels), teilweise Bedingungen, die den Verhältnissen in fließendem Wasser nahekommen (Wasserwechsel durch den Wellenschlag). Beiden ist die hohe Sauerstoffspannung gemeinsam. Die Formen dieser Zone sind durchwegs festsitzend und leben mit Vorliebe an steinigen Ufern, wo sie die Steine mit Krusten überziehen und so die charakteristische Krustensteinregion bilden. Diese Krustensteine finden sich sowohl am Ufer großer Seen wie auch in relativ kleinen Teichen. Doch sind sie kräftig nur in kalkhältigen Wässern entwickelt, wie der Algenreichtum im kalkhältigen Wasser ja im allgemeinen größer ist als in kalklosen Gewässern. Am weitesten an das Land steigt beispielsweise im Lunzer Untersee *Tolypothrix distorta* var. *penicillata*. Die Lager bilden flutende Büschel, zeigen also dieselbe Wachsform wie in fließendem Wasser. Der zeitweisen Trockenlegung wird durch die mächtig entwickelten, festen braunen Scheiden Rechnung getragen. Nach unten zu schließt sich an diese *Tolypothrix*-Zone eine Zone von *Rivulariaceen* an. Auch sie können noch zeitweise Austrocknung ertragen. Noch weiter abwärts folgen dann mächtige *Schizothrix*-Krusten, auf die zwar noch der Wellenschlag wirkt, die aber bereits unter dem Niederwasserniveau liegen. Der Unterschied zwischen der *Tolypothrix*- und *Rivulariaceen*-Zone einerseits und der *Schizothrix*-Zone andererseits ist, obwohl alle drei Zonen in der Vertikalen auf kleinem Raum beisammen liegen, sehr deutlich: die zwei oberen, der Austrocknung ausgesetzten Zonen besitzen Formen mit festen, braunen Scheiden, die unterste Zone beherbergt *Schizothrix*-Arten mit weichen, schleimigen Scheiden. Allen drei Zonen ist aber die Wasserbewegung gemeinsam und in allen drei Zonen finden sich daher auch Bachformen (*Tolypothrix distorta* var. *penicillata*, *Rivularia Biasolettiana*, *Schizothrix fasciculata*). Trotzdem besitzt die Wellenschlagszone ihr charakteristisches Gepräge: es fehlen ihr meist die typischen Bachformen aus der Gruppe der *Chamaesiphoneen*.

---

1) Im Meer mit seiner größeren Durchsichtigkeit findet sich die Zone roter Formen, die sich hier hauptsächlich aus Rotalgen zusammensetzt, in größeren Tiefen.

2) Es ist festzuhalten, daß sich rote Cyanophyceen nicht nur in größeren Tiefen finden, sondern auch oberflächlich an schattigen Stellen vorkommen können. — Manchmal findet man auch Planktonformen, bei denen die Färbung sicher überhaupt nicht in Beziehung mit der Lichtfarbe und Lichtstärke steht. — Biologische Verhältnisse lassen sich eben nur selten unbegrenzt verallgemeinern.

Es erklärt sich dies daraus, daß die Konstanz der Temperatur fehlt und daß die Wasserbewegung schwächer ist. Naturgemäß fehlen auch typische xeromorphe terrestrische Formen.

Den typischen Formen des fließenden Wassers ist gemeinsam, daß sie festsitzend sind und Lagerformen zeigen, die ein Wegreißen durch die Strömung nicht zulassen. So findet man dünne Krusten, die ganz der Unterlage angeschmiegt sind (die meisten *Chamaesiphoneen*), oder zerteilte flutende Büschel (*Phormidium, Tolypothrix*) oder glatte, schleimige Lager (*Rivularia, Nostoc*). In langsam strömendem Wasser finden sich Formen, die in ihrer Lebensweise Annäherungen an die Formen des stehenden Wassers zeigen. Sehr verschieden sehen die dauernd submersen Formen und die zeitweise trockenliegenden aus. So wie am Ufer stehender Gewässer findet sich auch am Ufer größerer Bäche zwischen der Hoch- und Niederwasserlinie eine Zone amphibischer Cyanophyceen. Es sind dies vor allem *Chamaesiphon*-Arten (*Ch. Polonicus, Ch. fuscus*), die hier eine Rolle spielen. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß die Pseudovagina sehr dick und braungefärbt ist; während Trockenperioden bleibt sie geschlossen und die Exosporenbildung ist dann vollkommen sistiert. Fast ganz terrestrischen Habitus nehmen die Formen in kleinen, nur nach Regen und bei der Schneeschmelze wasserführenden Gebirgsbächen an. Vor allem *Schizothrix*-Arten und *Rivularia Haematites* siedeln sich hier an und sind durch feste Scheiden charakterisiert. Häufig kommt noch die Fähigkeit der Kalkinkrustation der Lager hinzu, wodurch steinharte Knollen entstehen, die die Trockenheit gut auszuhalten vermögen. — Von den Bachformen unterscheiden sich die Formen, die an feuchten, überrieselten Felswänden leben, dadurch, daß die Mechanik der Wasserbewegung wegfällt. Es finden sich hier einzellige Formen, wie *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa* und ähnliche. Die Gallerthüllen sind weich, da ständig Wasser vorhanden ist, die Lager sind schleimig oder krümelig und haften nur lose der Unterlage an[1]).

Die typisch terrestrischen Formen lassen sich biologisch in zwei Gruppen einteilen. Die einen besitzen dicke, feste Scheiden oder bilden mächtige Gallertlager; die Trichome sind durch die Gallerte gegen die Austrockung geschützt. Den anderen fehlen Gallertbildungen oder diese sind nur in geringem Maß entwickelt; hier besitzen die Zellen selbst eine außerordentlich starke Resistenz. So ist es bekannt, daß man vollkommen trockene Lager von *Phormidium* zwischen den Fingern zu Staub zerreiben kann, daß die Trichome aber nicht tot sind, sondern bei Befeuchtung wieder weiterwachsen. Ähnlich verhalten sich viele *Oscillatoriaceen*. Eigentümlich ist, daß sie wochenlang im grellen Sonnenlicht ohne Wasser aushalten können. Da auch die Zellmembran dünn ist, scheint das Plasma selbst die hohe Widerstandsfähigkeit zu besitzen. — Verbreiteter ist der zweite Typus. Am bekanntesten sind die großen Schleimlager von *Nostoc commune*, die auf Wiesen und Wegen oft den Boden auf weite Strecken bedecken. Die Gallerte, in der die Trichome liegen, ist besonders an der Peripherie sehr dicht und mit einer festen, Cuticula-artigen Hautschicht

1) Zu diesen aërophilen, aber Feuchtigkeit liebenden Formen sind auch viele Bewohner der Warmhäuser zu zählen, die die Wände, die Blumentöpfe u. a. m. mit ihren schleimigen Lagern bedecken.

umgeben. Bei Feuchtigkeit quillt das Lager auf, bei Trockenheit schrumpft es zu einer dünnen Haut zusammen, die bei Druck wie welkes Laub raschelt. Die Lager leben oft an sehr trockenen Stellen, so auf Sandflächen zwischen Ruderalpflanzen, an Eisenbahndämmen usw. Sie finden sich oft im grellen Sonnenlicht. Trotzdem zeigt sich aber im großen eine gewisse Abhängigkeit vom Klima. In regenreichen Gebieten findet sich eine Massenproduktion, wie sie in den trockeneren Gegenden nicht erreicht wird, — Keineswegs sind die Lager der terrestrischen Formen immer gallertig. Sie können auch rasenförmig oder hautartig sein. Den Schutz übernehmen dann dicke, feste Scheiden (*Scytonema myochrous* und viele andere).

Eine deutliche Beziehung besteht zwischen der Belichtung der Lager und der Farbe der Scheiden und der Gallerte. Bei stärkeren Beleuchtungsintensitäten werden die Scheiden gelbbraun, bei manchen Formen auch rot oder violett. Dies gilt nicht nur von den extrem xerophilen Formen, sondern auch von vielen anderen, wenn sich auch die Erscheinung am deutlichsten bei den terrestrischen Typen beobachten läßt. Häufig sind dabei nur die äußeren Teile des Lagers gefärbt und speziell wieder nur die Oberseite, während die basalen, festgehefteten und so dem Licht entzogenen Teile farblos sind. Die gefärbten Scheiden oder Gallerthüllen sind immer bedeutend fester als die mehr weichen, ungefärbten. Dies ist besonders deutlich bei *Gloeocapsa*-Arten, wie z. B. bei *Gloeocapsa dermochroa*, ausgeprägt, wo die Teilkolonien an den oberen peripheren Teilen des Lagers gefärbte, feste und daher distinkte Hüllen besitzen, während die inneren Hüllen farblos und weich sind und zusammenfließen. — Es ist naheliegend anzunehmen, daß die Färbung als Lichtschutz dient[1]).

Neben diesen ausgesprochen xerophytischen Formen gibt es zahlreiche Erdbewohner, die auf dauernd oder vorwiegend feuchten Substraten, zwischen Moosen, auf feuchter, schattiger Erde u. dgl. leben. Sie zeigen meist ungefärbte Scheiden. Hierher sind viele Warmhausbewohner zu zählen. Charakteristisch ist vielfach die rasenförmige Wuchsform. Dabei tritt oft eine Vereinigung und ein seitliches Verkleben der Fäden zu Bündeln ein.

Viele Cyanophyceen aus den verschiedensten biologischen und systematischen Gruppen können Kalk ausfällen. Geschieht dies in großem Maßstab, so kommen Sinterbildungen zustande. Bekannt sind die kalkbildenden *Rivularien*. Innerhalb der Schleimlager entstehen zwischen den Fäden kleine Kristalle, die heranwachsen, später kleine Drusen bilden und schließlich von den ganzen inneren Teilen des Lagers Besitz ergreifen. Die Trichome sterben ab und das Lagern versteint im Inneren vollständig. Nur die äußerste Schichte bleibt lebend. In ähnlicher Weise bilden manche *Schizothrix*-Arten Kalk. Eigentümlich ist die Kalkabscheidung bei dem aërophilen, auf Blumentöpfen in Gewächshäusern häufigen *Scytonema Julianum*. Die Fäden stehen hier aufrecht in Rasen und besitzen dicke Scheiden. Die älteren Teile der Scheiden sind ganz bedeckt von kleinen Kalkkristallplättchen. Durch die Kombination der weißglitzernden Kalkteilchen mit der blaugrünen

1) Doch ist diese Behauptung sicher nicht für alle Formen zu verallgemeinern.

Eigenfarbe der Trichome erhält das Lager eine eigentümlich helle, stumpf-blaugraue Färbung.

In allen Fällen erfolgt die Abscheidung des Kalkes in den Scheiden oder in den Gallerthüllen. Wie der Vorgang chemisch-biologisch abläuft ist noch unbekannt. Jedenfalls stammt der Kalk aus dem Wasser, in dem die Algen leben[1]) und jedenfalls spielt der Entzug der Kohlensäure bei der Assimilation, wodurch der als Bikarbonat gelöste Kalk als Karbonat ausfällt, eine wichtige Rolle. Doch ist diese Annahme zu grob, um das Phänomen restlos zu erklären. So ist es lange bekannt, daß zwei verschiedene Formen, die nebeneinander im selben Wasser leben, sich ganz verschieden verhalten können. Die Kalkabscheidung steht auch in keiner direkten Beziehung zum Kalkgehalt des Wassers: oft findet in relativ kalkarmem Wasser mächtige Sinterbildung statt, oft erfolgt in kalkreichem Wasser keine nennenswerte Ausscheidung. Die Kalkabscheidung ist sicher kein rein chemischer Prozeß, sondern wird wahrscheinlich durch kolloid-physikalische Vorgänge in den Gallerthüllen und Scheiden geregelt. In vielen, vielleicht in den meisten Fällen, sind aber wahrscheinlich kalkbildende Bakterien, die konstant in der Gallerte der Alge leben, die Ursache. Es gelingt oft die Bakterien nachzuweisen, wenn man den Kalk mit Säure weglöst. Besonders instruktiv sind *Rivularien*, in deren jungen Lagern noch einzelne, isolierte Kalkkristalle vorhanden sind. Man gewinnt deutlich den Eindruck bestimmter Kondensationszentren, die durch jene Bakterienkolonien gebildet werden. Auffällig ist in dieser Hinsicht auch *Oncobyrsa rivularis*, deren halbkugelige Lager in der Jugend frei von Kalk sind, die aber, wenn sie alt werden im Inneren absterben und in der sich zersetzenden Gallerte Kalkkristalle bilden (Fig. 36).

Gewissermaßen entgegengesetzt verhalten sich einige Cyanophyceen, die Kalksteine und Schnecken- oder Muschelschalen auflösen. Es wird von den Fäden wohl eine Säure abgeschieden, die die Auflösung bewirkt. Die Folge des eigentümlichen Vorgangs ist, daß die Fäden in die Kalksteine eindringen. Solche perforierende Cyanophyceen sind relativ selten (*Hyella*, *Mastigocoleus*). — Inwiefern die eigentümlichen Furchensteine (galets sculptés), die sich am Ufer mancher Seen finden, durch die Wirkung solcher Formen zustande kommen, ist noch unbekannt. Es handelt sich um Kalksteine, die auf ihrer Oberfläche, oft auch sonderbarerweise auf beiden Seiten, ziemlich regelmäßig ineinander verschlungene mäandrische Furchen zeigen. Die Furchen werden bald auf kalkbohrende Cyanophyceen, bald auf Insektenlarven, die in den Algenpolstern minieren und ihre Gänge in die Unterlage eingraben sollen, zurückgeführt. Beide Erklärungsversuche erscheinen wenig plausibel.

Weit seltener als kalkabscheidende sind eisenspeichernde Cyanophyceen. Der Vorgang spielt sich ebenfalls in den Scheiden bzw. in den Gallerthüllen ab. Das Eisen wird als Oxydhydrat niedergeschlagen. Es wird angenommen, daß der für die Oxydation

---

1) Bei dem aërophytischen *Scytonema Julianum* sind die Fäden von einer dünnen Flüssigkeitshaut umgeben; außerdem sind die Scheiden mit Wasser imbibiert. Die Annahme Lemmermanns, daß der Kalk aus der Luft genommen wird, ist unvorstellbar.

nötige Sauerstoff bei der Assimilation gebildet wird. Vielleicht spielen aber auch hier Eisenbakterien eine wichtige Rolle. Das Eisenoxydhydrat bewirkt eine Braunfärbung der Scheiden, die aber nicht mit der weitverbreiteten Braunfärbung der Scheiden durch autochthone Farbstoffe (Scytonemin) zu verwechseln ist. Das bekannteste Beispiel einer eisenspeicherndenCyanophycee ist *Lyngbya ochracea*. Sie ist aber nach Naumann gar keine Cyanophycee, sondern identisch mit *Leptothrix ochracea*. In Mooren findet man

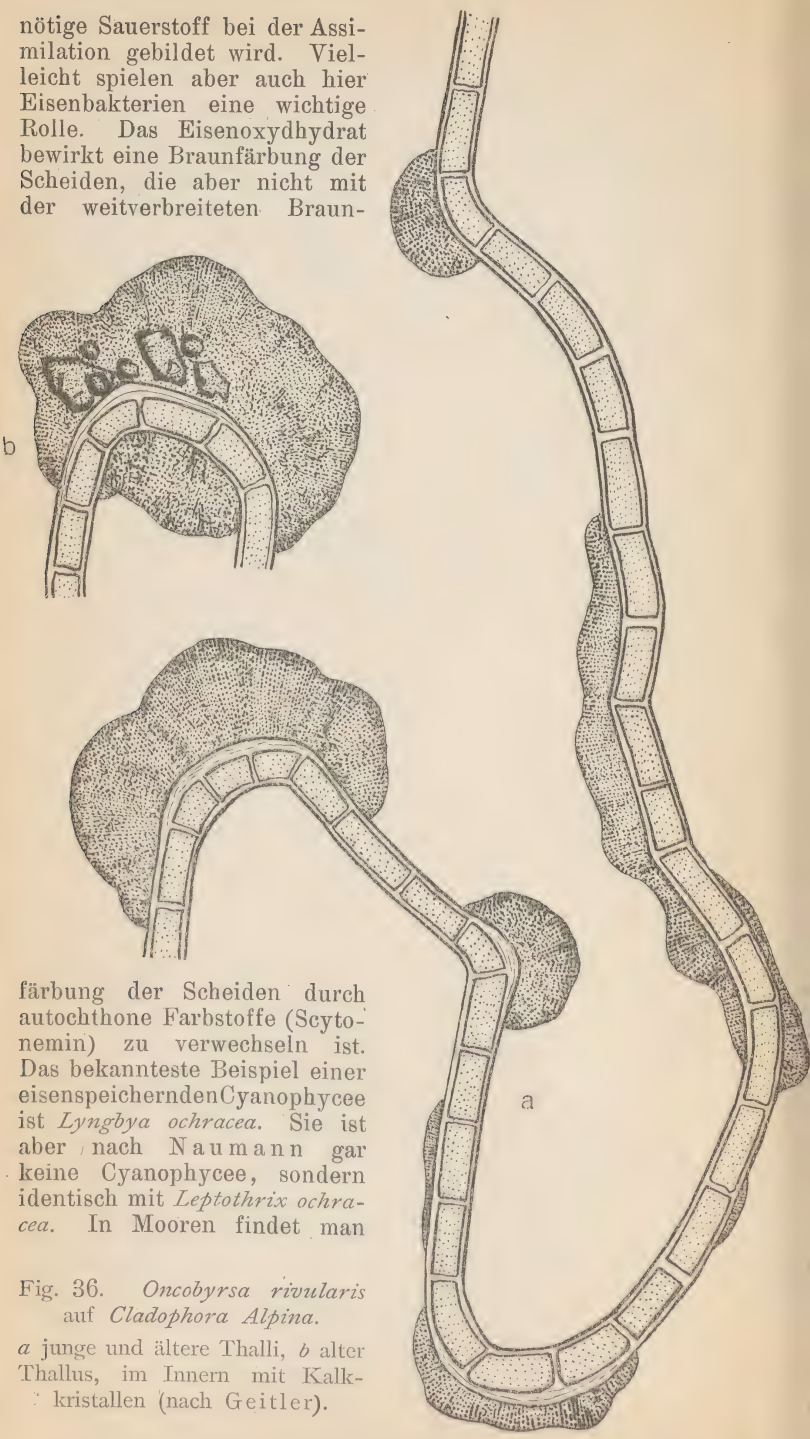


Fig. 36. *Oncobyrsa rivularis* auf *Cladophora Alpina*.
a junge und ältere Thalli, *b* alter Thallus, im Innern mit Kalkkristallen (nach Geitler).

Scytonema tolypothrichoides und *Tolypothrix lanata* mit Eiseneinlagerung in den Scheiden. Ganz vererzt sind die Lager von *Pseudoncobyrsa siderophila.*

Viele Cyanophyceen sind ausgesprochen thermophil. Sie leben in heißen Quellen und können in extremen Fällen Temperaturen bis 60 und 70° C und darüber ertragen. Manche von ihnen sind außerdem auch kalkabscheidend *(Phormidium laminosum).*

Zahlreiche Formen treten mit anderen Organismen in ± innige Beziehungen. Am losesten ist der Zusammenhang in den Fällen von bloßem Epiphytismus. Die „Wirtspflanze" wird meist gar nicht in Mitleidenschaft gezogen. Manchmal zeigt sich aber eine gewisse Beeinflussung, so bei *Oncobyrsa rivularis*, die an den Fäden von *Cladophora Alpina* Knickungen hervorruft. An der besiedelten Seite wird das Wachstum der betreffenden *Cladophora*-Zelle gefördert, so daß sie sich krümmt (Fig. 36). Irgendwelche Veränderungen im Plasma der Zelle, z. B. Kernvermehrung, wie sie manchmal durch den Besatz von Bakterien hervorgerufen werden, treten nicht ein. Ähnlich harmlos wie die epiphytischen sind viele der in höheren Pflanzen endophytisch lebenden Formen. So kommt in den Höhlungen der Blattlappen von *Azolla* regelmäßig *Anabaena Azollae*, in den Atemhöhlen einiger Lebermoose (*Blasia*, *Pellia* u. a.) *Nostoc sphaericum* vor. Es handelt sich wohl um einen einfachen Raumparasitismus, wie ja viele Cyanophyceen in allen möglichen Hohlräumen leben können[1]). Nicht so harmlos erscheint aber das Leben von *Anabaena Cycadeae* in den Wurzelknöllchen von *Cycas*. Diese Knöllchen entwickeln sich in Wurzelteilen, die an die Oberfläche des Bodens gelangen und zeigen ein korallenartiges Aussehen. Im Querschnitt sieht man schon makroskopisch eine blaugrüne, ringsumlaufende Schicht, die sich innerhalb des Periderms befindet. Die Endzellen der Trichome des Parasiten besitzen die Fähigkeit, die Zellwände der Wirtspflanze zu perforieren und wandern so von Zelle zu Zelle. Die angegriffenen Zellen sterben mit der Zeit ab, so daß in den Wurzelknöllchen Lücken entstehen. Die streng lokalisierte, Blaualgen führende Schichte wird von der Wirtspflanze gewissermaßen preisgegeben, um die übrigen Teile zu retten. Gründe, ein symbiontisches Verhältnis anzunehmen, liegen nicht vor. Jedenfalls ist die *Anabaena* nicht die Ursache der Knöllchenbildung, sondern Bakterien, die sich hier konstant finden. Das Vorkommen von *Nostoc punctiforme* in den Schleimgängen von *Gunnera*-Arten stellt wahrscheinlich bloß einen Raumparasitismus dar, ebenso das Vorkommen vieler Cyanophyceen im Schleim anderer Algen.

Am merkwürdigsten ist das Auftreten von *Chroostipes* in Verbindung mit einem farblosen Flagellaten (*Oicomonas*). Vielleicht handelt es sich hier um ein symbiontisches Verhältnis in der Art, daß die Algen dem Flagellaten als Chromatophor dient (Pascher 1914).

Ein allgemein bekanntes Beispiel für eine Symbiose stellen die Flechten dar. Als Ausgangspunkt erscheint ein harmloser Parasitismus des Pilzes in der Gallerte der Blaualgen. So findet man zahlreiche freilebende Cyanophyceen oft von Pilzhyphen, die in der Gallerte ihre Nahrung suchen, umsponnen. Eine solche

1) So findet man häufig Blaualgen in abgestorbenen Zellen von Wasserpflanzen und anderen Algen.

lose Verbindung stellt z. B. auch die Flechte *Ephebe pubescens* dar, bei der die Cyanophycee für die Lagerform bestimmend ist: der Thallus besteht aus einer *Stigonema*, in deren Scheide Pilzhyphen wachsen. Im Lauf der phylogenetischen Entwicklung sind aber Formen entstanden, wo der Pilz die Alge ganz unterjocht: es ist dann ein mächtiger Pilzthallus vorhanden, der die Cyanophyceen als sogenannte Gonidien eingesperrt enthält. Dabei begnügt sich der Pilz nicht mehr mit der Nutznießung des Algenschleims, sondern greift die Zellen selbst an. Ist die Alge genug widerstandsfähig, um den Kampf mit dem Pilz aufnehmen zu können, so bildet sich ein Gleichgewicht aus, das als Symbiose bezeichnet wird.

Viel eigentümlicher sind die intrazellulären Symbiosen, die manche Cyanophyceen eingehen. So findet sich im Plasma der lebenden Zellen der marinen Diatomee *Rhizosolenia styliformis* die Blaualge *Richelia intracellularis*. Genauere Untersuchungen fehlen leider. Dagegen ist das Vorkommen eines *Nostoc* im Plasma der Siphonee *Geosiphon* gut bekannt (Fig. 358). *Geosiphon pyriformis* bildet auf Erde Blasen, ähnlich denen von *Botrydium*, die aber keine Chromatophoren besitzen. Es handelt sich also um eine apochloritische Form. Trotzdem ernährt sich die Pflanze autotroph: als Chromatophor dient das endophytische *Nostoc symbioticum* (Wettstein 1915)[1]).

Untersuchungsmethoden.

Zur cytologischen Untersuchung eignet sich gut Methylenblau in 0,001—0,01 %iger wässeriger Lösung. Die lebenden Algen verbleiben in der Lösung einige Minuten bis mehrere Stunden. Die Epiplasten sind dann tiefblauschwarz, die Endoplasten je nach ihrem Flüssigkeitsgrad blau, die centroplasmatischen Wabenwände hellblau gefärbt. Die Ectoplasten und das Chromatoplasma bleiben farblos. Noch deutlichere Bilder gibt oft eine Schnellfärbung mit Methylenblau in 0,1 %iger Lösung. Man wartet einige Minuten, bis der Farbstoff durch die Scheiden oder Gallerthüllen gedrungen ist und setzt dann 0,5% KOH zu. Die Endoplasten und Epiplasten treten deutlich hervor, der übrige Zellinhalt ist farblos. Will man die Epiplasten allein färben, so setzt man statt KOH 1% H_2SO_4 zu. Die Epiplasten werden dadurch allein blauschwarz gefärbt[2]). Die Ectoplasten sind leicht daran zu erkennen, daß sie sich durch Methylenblau nicht färben. Sie färben sich,

1) In einigen Fällen ist die intrazelluläre Symbiose so eng, daß die Blaualgen morphologisch vollkommen als Chromatophoren erscheinen. So besitzt der Rhizopod *Paulinella chromatophora* im Plasma ein blaugrünes Gebilde, das als einzellige Blaualge anzusprechen ist. Die animalische Ernährung mit Hilfe der Rhizopodien ist unterdrückt. — Die blaugrünen „Chromatophoren" von *Glaucocystis* und *Gloeochaete* sind zu Chromatophoren umgewandelte Cyanophyceen, die wie bei *Geosiphon* an Stelle der verloren gegangenen eigentlichen Chromatophoren getreten sind (Geitler 1923).

2) Diese Reaktion ist identisch mit der bekannten Volutinreaktion. Vom Volutin unterscheiden sich die Epiplasten aber auffallend durch ihre Unlöslichkeit in heißem Wasser.

wenn man die lebenden Algen in eine verdünnte wässerige Lösung von Neutralrot bringt, intensiv rot, während die übrigen Zellbestandteile ungefärbt bleiben. Sie lassen sich ferner leicht von den Endo- und Epiplasten durch ihre Löslichkeit unterscheiden: sie quellen bereits in 0,5% HCl. In 5% HCl und 5% KOH verquellen sie fast vollständig.

Bei Formen mit dicken undurchlässigen Scheiden oder Gallerthüllen versagen diese Färbungen. Man muß dann fixieren, entwässern und mit besonderen Farbstoffen färben (vgl. hierüber die zitierte Arbeit von Baumgärtel).

Um Schleimhöfe sichtbar zu machen, bringt man die Algen unter dem Deckglas in verdünnte Tuschelösungen. Zur Färbung der Scheiden und Gallerthüllen eignet sich gut Rutheniumrot. Doch kann auch ein anderer basischer Farbstoff verwendet werden.

Die beste Färbung der Plasmodesmen gelingt mit Karbolfuchsin (6 cm^3 gesättigte alkoholische Fuchsinlösung + 100 cm^3 3% Karbolsäurelösung) (Kohl). Das lebende Material wird in der Lösung auf dem Objektträger einige Male bis zur Dampfentwicklung erhitzt, mit Wasser abgespült und in diesem beobachtet.

Zur Fixierung eignet sich für gewöhnliche Zwecke 2—4% Formol, in dem die Algen auch lange Zeit aufbewahrt werden können. Dauerpräparate lassen sich entweder mit dieser Formalinlösung oder in Glyzeringelatine herstellen. Die Gelatine wird erhitzt, bis sie flüssig ist (dabei sind aber Dampfblasen zu vermeiden). Man trägt einen Tropfen der Lösung auf einen erhitzten Objektträger, bringt die lebenden Algen in den Tropfen und legt das Deckglas auf Die Formolpräparate müssen sofort verschlossen werden. Die Glyzerinpräparate können einige Zeit unverschlossen bleiben, müssen aber später, da die Gelatine Wasser abgibt, ebenfalls verschlossen werden. Man verwendet dazu am besten in Xylol gelösten Kanadabalsam, der in einer dünnen Schichte auf den Rand aufgetragen wird [1]). Sowohl in den Formol- wie in den Gelatinepräparaten bleiben die Cyanophyceen ziemlich gut erhalten, da infolge der fehlenden Zellsafträume nur eine geringe Kontraktionsplasmolyse eintritt. Nur die vakuolisierten Haarzellen werden von der Gelatine zerstört. In diesem Fall wie auch bei Formen mit dicken Scheiden, die ein schnelles Eindringen der Gelatine verhindern, ist Formol vorzuziehen. Die Glyzeringelatinepräparate haben den Vorteil (oder manchmal auch den Nachteil), daß sie stark aufhellen. Bei beiden Präparationsmethoden ist zu beachten, daß die natürliche Farbe verändert wird oder ganz verloren geht.

Besonders zu betonen ist die große Wichtigkeit der Kulturmethodik für das Studium der Cyanophyceen (wie der Algen überhaupt). Kulturen haben für den Morphologen und Floristen einen doppelten Zweck: einmal eine Form für die weitere Untersuchung fern vom Ort ihres Vorkommens am Leben zu erhalten, dann aber auch, ihr optimale Wachstumsbedingungen zu bieten. Denn viele Formen befinden sich häufig im Freien in einem Ruhezustand. Sie wachsen üppiger nur zu gewissen Jahreszeiten und vegetieren die übrige Zeit nur kümmerlich. Durch die Kultur tritt eine Entfaltung der morphologischen Möglichkeiten, die an Freiland-

1) Venetianischer Terpentin wird mit der Zeit spröde und springt.

exemplaren gar nicht zu erraten sind, ein. Es handelt sich also vielfach nicht darum, in einer Kultur die „natürlichen", wenig günstigen Bedingungen zu schaffen, sondern darum, optimales Wachstum zu erzielen, um dadurch die Freilandbeobachtungen zu vertiefen. Ein gutes Beispiel liefern die Hochmoorformen, deren natürliche Bedingungen so schlecht sind, daß sie nur sehr kümmerlich wachsen[1])[2]).

Eine für fast alle Fälle ausreichende Nährlösung ist die Benecke-Lösung (Wettstein 1921). In 1000 g dest. H_2O werden der Reihe nach gelöst: 0,2 g NH_4NO_3, 0,1 g $CaCl_2$, 0,1 g K_2HPO_4, 0,1 g $MgSO_4$. Dazu kommt noch ein Tropfen einer 1%igen Lösung von Fe_2Cl_6. Die Gesamtkonzentration der Nährsalze dieser Lösung (0,05%) ist für viele Formen zu hoch, da sie die Konzentration der natürlichen Wässer um ein Vielfaches übersteigt. Es empfiehlt sich daher häufig, die Lösung mit dest. H_2O auf das 2- bis 4-fache zu verdünnen. Von großer Wichtigkeit ist, daß das destillierte Wasser rein ist und vor allem keine Metallspuren enthält. Ist das destillierte Wasser schlecht, so sterben die Algen nach wenigen Wochen ab. Die Kulturen sind jedoch auch dann wertvoll, da wenigstens in den ersten Tagen oder Wochen eine reiche Entwicklung der meisten Formen erfolgt[3]). Ebenso wichtig ist die Reinheit der Glasgefäße, in denen die Kulturen vorgenommen werden. Man wäscht sie am besten mit Schwefelsäure und Kaliumbichromat aus.

Die Kulturen werden entweder in der flüssigen Nährlösung angelegt, oder man gießt mit ihr Agarplatten. Im ersteren Fall ist zu beachten, daß die Flüßigkeitschicht nicht zu hoch sein soll, damit ungehindert Sauerstoff zutreten kann. Liegen die Algen am Boden hoher Flüssigkeitssäulen, so tritt leicht Fäulnis ein. Das gleiche ist der Fall, wenn die Algenmassen zu dicht liegen. Doch ist es auch nicht gut, das Algenmaterial zu sehr zu verdünnen, da dann das Wachtum sehr schlecht ist[4]). Der Sauerstoffmangel wird am besten durch Agarkulturen behoben. Das Wachstum ist auf diesen daher meist besonders gut. Die Kultur wird in folgender Weise hergestellt. Man wäscht den käuflichen Agar zunächst 24 Stunden in fließendem Wasser, dann unter mehrmaligem Wechseln 24 Stunden in destilliertem Wasser. Nach dieser Prozedur sind alle schädlichen Stoffe ausgelaugt. Der Agar wird nun bis zur vollkommenen Auflösung in der Nährlösung gekocht, die Flüssigkeit in einer flachen, aber wegen der Austrocknungsgefahr nicht zu dünnen Schichte in geeignete Glasschalen ausgegossen und er-

1) Daß Algen unter diesen Bedingungen vorkommen, bedeutet nicht immer, daß sie ihnen besonders zusagen, sondern daß sie sie eben aushalten können.

2) Es ist selbstverständlich, daß nicht alle Veränderungen, die sich in Kulturen zeigen, als Ausdruck einer erhöhten normalen Lebenstätigkeit zu betrachten sind. Es ist daher immer eine kritische Beobachtung notwendig. Doch gilt dies genau so vom Studium fixierter Objekte wie von wissenschaftlicher Arbeit überhaupt.

3) Viele Formen scheinen eine Zeitlang — wohl durch Bindung in den Gallerten — der schädlichen Stoffe Herr werden zu können. Vielleicht spielt auch die Erscheinung mit, daß sonst giftig wirkende Metalle in geringen Spuren als wachstumsfördernder Reiz wirken.

4) Die Gründe für diese Erfahrungstatsache sind noch ungeklärt.

starren gelassen. Auf die Oberfäche werden dann die Algen geimpft, doch so, daß nicht zu dicke Klumpen beisammen liegen. Ein großer Vorteil der Agarplattenmethode liegt darin, daß eine direkte Beobachtung markierter Individuen bei schwacher und mittelstarker Vergrößerung möglich ist. Für Exkursionszwecke läßt sie sich in der Weise verwerten, daß man den Agar in Epruvetten erstarren läßt. Man kann leicht eine größere Zahl dieser Röhrchen mitnehmen und impft an Ort und Stelle. Die Algen halten sich — wenn sie schon nicht wachsen — zumindest bedeutend länger als im Wasser, in dem sie meistens nach mehrtägigen Exkursionen verfault zu Hause ankommen. Die Vorteile, die das Lebenderhalten gegenüber der Konservierung hat, sind so groß, daß der geringe Mehraufwand an Mühe kaum in Betracht kommt.

Von besonderem Wert sind natürlich Reinkulturen, die jedoch meist nur mit viel Zeitaufwand gelingen. Dagegen lassen sich oft verhältnismäßig leicht Spezies-Reinkulturen gewinnen. Bei den Hormogonien bildenden Formen isoliert man die Hormogonien, die sich an der Lichtseite der Kulturgefäße ansammeln, bei den übrigen kommt man meist durch mehrmaliges Überimpfen zum Ziele.

Wichtigste Literatur[1]).

Baumgärtel, O., Das Problem der Cyanophyzeenzelle. Arch. f. Prot. 1920.

Boresch, K., Die Färbung von Cyanophyceen und Chlorophyceen in ihrer Abhängigkeit vom Stickstoffgehalte des Substrats. Jahrb. f. wiss. Bot. 1913.

— Die wasserlöslichen Farbstoffe der Schizophyceen. Biochem. Zeitschr. 1921.

— Die komplementäre chromatische Adaptation. Arch. f. Prot. 1921.

Correns, C., Über Dickenwachstum durch Intussusception bei einigen Algenmembranen. Flora 1889.

Crow, W. B., Variation and species in Cyanophyceae. Journ. of Genetics, 1924.

Elenkin, A. A, Mémoire sur la modification des principes de la classification des Hormogoneae (Thür.). Kirchn. Journ. d. russ. bot. Ges. 1916.

— Schema Chroococcacearum classificationis. Not. syst. Inst. Crypt. Horti Bot. Petropolitani 1923.

Engelmann, Th. W., Über die Vererbung künstlich erzeugter Farbenänderungen bei Oscillatorien. Verh. d. phys. Ges. Berlin. 1903.

Fischer, A., Die Zelle der Cyanophyceen. Bot. Zeitg. 1905.

---

1) Während der Drucklegung sind folgende auch für die Morphologie und Biologie der Blaualgen wichtige Arbeiten von E. Naumann erschienen:

Die Gallertbildungen des pflanzlichen Limnoplanktons. Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2, Bd. 21, Nr. 5.

Untersuchungen über einige sub- und elitorale Algenassoziationen unserer Seen. Ark. för Bot. 1925.

Gaidukow, N., Die komplementäre chromatische Adaptation bei Porphyra und Phormidium. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1906.
Geitler, L., Versuch einer Lösung des Heterocysten-Problems. Sitzb. d. Akad. Wiss., Wien, math.-naturw. Kl., 1921.
— Die Microphyten-Biocoenose der Fontinalisbestände des Lunzer Untersees und ihre Abhängigkeit vom Licht. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 1922.
— Der Zellbau von Glaucocystis Nostochinearum und Gloeochaete Wittrockiana und die Chromatophoren-Symbiosetheorie von Mereschkowsky. Arch. f. Prot. 1923.
— Synoptische Darstellung der Cyanophyceen in morphologischer und systematischer Hinsicht. Beih. z. Bot. Zentralbl. 1925.
— Über neue oder wenig bekannte interessante Cyanophyceen aus der Gruppe der Chamaesiphoneae. Arch. f. Prot. 1925.
Hansgirg, A., Prodromus der Algenflora von Böhmen. II., Prag 1886.
Harder, R., Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Cyanophyceen. Zeitschr. f. Bot. 1917.
— Über die Bedeutung von Lichtintensität und Wellenlänge für die Assimilation farbiger Algen. Ibid. 1923.
Haupt, A. W., Cell structure and cell division in the Cyanophyceae. Bot. Gaz. 1923.
Klebahn, H., Neue Untersuchungen über die Gasvakuolen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1922.
Kirchner, O., Schizophyceae in: Engler-Prantl, Nat. Pflanzenfam. I, 1a.
Klein, G., Zur Chemie der Zellhaut der Cyanophyceen. Anz. Akad. Wiss. Wien 1915.
Kohl, J., Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle usw. Jena 1903.
Lemmermann, E., Algen I in: Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Leipzig 1910.
Miehe, H., Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen der Algensymbiose bei Gunnera macrophylla Bl. Flora 1924.
Molisch, H., Die sogenannten Gasvakuolen und das Schweben gewisser Phykochromaceen. Bot. Zeit. 1903.
Nienburg, W., Die Perzeption des Lichtreizes bei den Oscillarien und ihre Reaktionen auf Intensitätsschwankungen. Zeitschr. f. Bot. 1916.
Pascher, A., Über Symbiosen von Spaltpilzen und Flagellaten mit Blaualgen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1914.
— Über das regionale Auftreten roter Organismen in Süßwasserseen. Bot. Arch. 1923.
Prat, S., Plasmolyse des Cyanophycées. Bull. intern. Acad. scienc. de Bohême. Prag 1921.
Schmid, G., Über Organisation und Schleimbildung bei Oscillatoria Jenensis und das Bewegungsverhalten künstlicher Teilstücke. Jahrb. f. wiss. Bot. 1921.
— Das Reizverhalten künstlicher Teilstücke, die Kontraktilität und das osmotische Verhalten der Oscillatoria Jenensis. Ibid. 1923.
Tilden, J., Minnesota Algae, The Myxophyceae of North-America, vol. I., Minneapolis 1910.
Wettstein, F. v., Geosiphon Fr. Wettst., eine neue interessante Siphonee. Österr. Bot. Zeitschr. 1915.

Wettstein, F. v., Zur Bedeutung und Technik der Reinkultur für Systematik und Floristik der Algen. Ibid. 1921.

Spezieller Teil.

Verwechslungen der Cyanophyceen können mit manchen *Rhodophyceen*, *Bangiaceen* oder mit *Chlorobakterien* vorkommen. In den ersten beiden Fällen läßt sich leicht durch Zusatz verdünnter Jodjodkaliumlösung die sich rotviolett färbende Stärke oder durch Osmiumsäure Fett nachweisen [1]). Im letzteren Fall ist die gelbgrüne Färbung der Zellen, die einzellige Cyanophyceen nicht zeigen, das Ausschlaggebende.

I. Pflanzen einzellig [2]) oder koloniebildend, aber nie fadenförmig. Zellen ohne Differenzierung in Basis und Spitze oder selten mit Differenzierung in Basis und Spitze, dann aber zu freischwimmenden kugeligen Kolonien vereinigt. Endosporen, Exosporen und Heterocysten fehlend. **Chroococcaceae** (S. 52) [3]).

II. Pflanzen entweder einzellig und immer festsitzend, mit Differenzierung in Basis und Spitze, oder fadenförmig, dann aber immer mit ± lose verbundenen, nie durch Plasmodesmen miteinander in Verbindung stehenden Zellen mit dicken, oft schleimigen Membranen; Fäden häufig zu Nemato- oder Blastoparenchymen verbunden, seitlich miteinander verwachsen. Endosporen oder Exosporen in der Regel vorhanden. Hormogonien und Heterocysten immer fehlend. **Chamaesiphoneae** (S. 123) [3]).

III. Pflanzen fadenförmig. Zellen im engen Verband, durch Plasmodesmen miteinander verbunden, mit in der Regel dünnen Membranen. Fäden in der Regel frei, sehr selten zu einem Nematoparenchym, nie zu einem Blastoparenchym vereinigt. Endo- und Exosporen immer fehlend. Hormogonien in der Regel vorhanden, Heterocysten vorhanden oder fehlend. **Hormogoneae** (S. 165).

Die drei Gruppen sind in ihren typischen Vertretern leicht voneinander zu unterscheiden. Es gibt aber zahlreiche Zwischenformen, die mehr oder weniger willkürlich einer der drei Gruppen zugeteilt sind. So gibt es unter den *Hormogoneen* Formen *(Rosaria)*, die keine Hormogonien besitzen und in ihrer Organisation manchen

1) Die Chromatophoren sind an Freilandmaterial nicht immer deutlich zu erkennen, da sie oft infolge schlechter Ernährungsverhältnisse reduziert sind. Der Nachweis von Kern und Pyrenoid erfordert oft umständliche Färbemethoden.

2) Einzellig erscheint auch *Spirulina abbreviata* und kann leicht für eine Chroococcee gehalten werden.

3) Die Namenbildung der großen Gruppen unter Benutzung eines Gattungsnamens mit Anhängung der Endung -eae ist nomenklatorisch nicht einwandfrei, da auf diese Weise sonst den Familien untergeordnete Gruppen bezeichnet werden. Richtiger wäre etwa die Bezeichnung *Cocceae* statt *Chroococceae* und *Sporinae* statt *Chamaesiphoneae*. Die alten Namen sind aber allgemein eingebürgert.

fadenförmigen *Chamaesiphoneen* nahekommen. Ferner ist zu beachten, daß manche *Hormogoneen Chroococceen*-artige Stadien bilden können und ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte nicht bestimmt werden können. Zu falschen Bestimmungen können leicht einige *Pleurocapsales (Oncobyrsa, Pleurocapsa)* Anlaß geben, da sie für *Chroococceen* gehalten werden können. Auch einige koloniebildende *Chamaesiphon*-Arten sehen oft den Schleimlagern mancher *Chroococceen* ähnlich.

Chroococceae (Charakteristik siehe S. 51).

Bestimmungsschlüssel der Ordnungen.

I. Zellen einzeln oder koloniebildend, aber nicht zu einem festsitzenden, aus aufrechten Zellreihen bestehenden Lager vereinigt. **Chroococcales** (S. 52).

II. Zellen zu einem festsitzenden, aus aufrechten Zellen bestehenden Lager vereinigt. **Entophysalidales** (S. 120).

Mit den Entophysalidales können gewisse Stadien von *Oncobyrsa* (S. 131), *Pleurocapsa* (S. 126) und *Radaisia* (S. 130) verwechselt werden.

Chroococcales.

Einzellig oder koloniebildend. Membran häufig dick und schleimig, oft geschichtet, außerdem häufig Bildung amorpher Schleimmassen. Kolonien formlos oder von bestimmter Gestalt, kugelig, ellipsoidisch, tafelförmig oder würfelig. Zellen meist ohne Differenzierung in Basis und Spitze, selten mit Differenzierung in Basis und Spitze; im letzteren Fall sind die Zellen zu hohlkugeligen, freischwimmenden Gallertkolonien vereinigt. Zellen kugelig, ellipsoidisch, stäbchen- oder spindelförmig, selten flach gedrückt, quadratisch oder dreieckig. Teilungen häufig endogen innerhalb der äußeren Membranschichten, wodurch Ineinanderschachtelungen der Hüllen zustandekommen, oft nach zwei oder drei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen regelmäßig abwechselnd oder nur nach einer Raumrichtung, bei länglichen Zellen meist quer, seltener längs, oder unregelmäßig nach verschiedenen Raumrichtungen. Kolonien bei regelmäßiger Aufeinanderfolge der Teilungsrichtungen regelmäßig gestaltet oder durch sekundäre Verschiebungen der Zellen durch Schleimbildung ± unregelmäßig. Zellen in den Kolonien durch zwei oder drei schnell aufeinander folgende Teilungen nach zwei oder drei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen oft zu vier oder acht einander genähert. Fortpflanzung fast ausschließlich durch Zweiteilung, seltener durch Nannocytenbildung oder durch Planococcen. Dauerzellen nur bei *Gloeocapsa*.

Einzige Familie:

Chroococcaceae.

Mit den Merkmalen der Ordnung.

Die *Chroococcales* stellen im großen und ganzen eine einheitliche Entwicklungsreihe dar. Die primitivsten Formen sind wohl

jene, die Teilungen nach unbestimmten Raumrichtungen besitzen. Abgeleiteter erscheint die Fixierung bestimmter Teilungsrichtungen und die Reduktion bis auf eine einzige. Einige stark aberrante und wenig bekannte Formen sind am besten in einen Anhang zu stellen (S. 116).

Die Mannigfaltigkeit der Formen wird neben dem Ablauf der Teilungen nach bestimmten Raumrichtungen hauptsächlich durch die Ausgestaltung der Membranen und der Schleimbildung bewirkt. In vielen Fällen ist es noch nicht klar, inwieweit diese Merkmale konstant und daher systematisch verwendbar sind. Experimentelle Untersuchungen müssen hier noch Klarheit schaffen.

Im wesentlichen lassen sich drei Membrantypen unterscheiden, die aber durch mannigfache Übergänge miteinander verbunden sind. Im einem Fall ist die Membran sehr dünn und die Zelle ist entweder von amorphen, weichen Schleimmassen umgeben oder besitzt überhaupt keinen Schleim. Beim zweiten Typus ist die Zelle von einer dicken Membran umgeben, die als distinkte Hülle erscheint, aber außerdem noch von amorphem Schleim umgeben sein kann. Bei der Teilung bleibt die Hülle nicht erhalten, sondern verschleimt, so daß die Tochterzellen nicht von der gemeinsamen Mutterzellhülle umgeben sind. Jede Tochterzelle bildet eine neue Spezialhülle. Beim dritten Typus ist die Hülle fest und oft blasenförmig aufgetrieben, bei der Teilung bleibt sie erhalten, so daß die Zellen einer Kolonie ineinandergeschachtelte Hüllen besitzen.

Nannocytenbildung tritt manchmal, wenn auch nicht sehr deutlich, bei *Gloeocapsa* auf. Die Zellen teilen sich gewöhnlich nach drei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen. Bei der Nannocytenbildung werden die Tochterzellen durch schiefe Teilungen weiter zerlegt (Fig. 95, 96). Am auffallendsten verläuft die Nannocytenbildung bei *Aphanothece muralis* (Fig. 68).

Biologisch verhalten sich die *Chroococcaceen* sehr verschieden. Viele sind typische Planktonten (*Microcystis*) und besitzen dann häufig Pseudovakuolen. Andere sind Landbewohner und bilden hauptsächlich im Gebirge schleimige Lager an feuchten Felsen. Manche, wie *Gloeocapsa Alpina*, vermögen lange Trockenheit zu ertragen. Die meisten Litoralformen, die zwischen Wasserpflanzen und anderen Algen leben, sind *Chroococcaceen*. Der Wellenschlagszone wie besonders schnellfließenden Bächen fehlen sie vollkommen, was sich aus ihrer Morphologie, die keine Möglichkeit einer wirksamen Festhaftung bietet, erklärt[1]). Nur an überrieselten Felsen, wo die mechanische Wirkung des Wassers sehr gering ist, kommen häufiger *Chroococcaceen* vor. In Salzsümpfen und Salzseen soll als Schutz reichlichere Gallertentwicklung eintreten. Auch sollen die Zellen deutlicher blau als an anderen Orten sein.

Bei Formen, die größere Kolonien bilden, läßt sich häufig beobachten, daß die Hüllen der peripheren Zellen und besonders die an der Oberseite gefärbt sind, während die der innen liegenden Zellen farblos sind. Es handelt sich wohl um einen Lichtschutz.

---

1) Die wenigen Formen, die man vereinzelt in Bächen findet, wachsen immer an geschützten Stellen. Es ist charakteristisch, daß sich mit der höheren Differenzierung des Thallus bei *Chlorogloea microcystoides* (*Entophysalidales*) die Möglichkeit einer Festhaftung und einer Lebensweise in schnellfließendem Wasser ergeben hat.

Dabei sind aber starke Lichtintensitäten, wie Sonnenlicht, gar nicht nötig. Man findet die Erscheinung auch bei Schattenformen, besonders häufig bei terrestrischer Lebensweise. Ein gewisser Trockenheitsgrad ist für das Zustandekommen der Färbung notwendig; bei Feuchtigkeit zerfließen die Hüllen und bleiben ungefärbt.

Bestimmungsschüssel der Gattungen.

I. Zellen zu vielen in Kolonien vereinigt.
1. Kolonien nicht aktiv beweglich.
A. Zellen durch Teilungen nach drei, zwei oder einer Raumrichtung und nachträglicher Verschiebung durch Schleimbildung unregelmäßig nach allen Raumrichtungen gelagert.
a) Zellen in gemeinsamer amorpher Gallerte, ohne oder mit undeutlichen, zerfließenden Spezialhüllen.
α) Kolonien von bestimmter Gestalt[1]), kugelig, ellipsoidisch oder zerrissen und durchbrochen; Zellen meist dicht gedrängt. **Microcystis** (S. 56).
β) Kolonien formlos[2]), Zellen meist locker gelagert.
* Zellen kugelig[3]) **Aphanocapsa** (S. 63).
** Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, gerade oder gebogen.
† Kolonien aus vielen Zellen zusammengesetzt. **Aphanothece** (S. 68)
†† Kolonien aus wenigen Zellen zusammengesetzt. **Rhabdoderma** (S. 111).
*** Zellen spindelförmig[4]). **Dactylococcopsis** (S. 113).
b) Zellen in gemeinsamer amorpher Gallerte oder ohne gemeinsame Gallerte, mit deutlichen, nicht zerfließenden, oft ineinandergeschachtelten Hüllen.
α) Hüllen nicht blasenartig erweitert, eng. **Chroococcus** (S. 74).
β) Hüllen blasenartig erweitert, weit[5]).
* Zellen kugelig. **Gloeocapsa** (S. 84)[5]).
** Zellen länglich bis zylindrisch, gerade oder gebogen.
† Hüllen sehr deutlich. **Gloeothece** (S. 93).
†† Hüllen undeutlich, zerfließend. **Aphanothece** (S. 68).

---

1) Sind die Zellen spindelförmig, so siehe *Dactylococcopsis* (S. 113).

2) Vgl. aber auch *Aphanothece*, Sektion *Coccochloris*.

3) Sind die Zellen nur sehr schwach ellipsoidisch, so siehe *Aphanocapsa fonticola* (S. 66) und *Aphanothece gelatinosa* (S. 73). Liegen die Zellen außerdem in Vierergruppen und bilden sie regelmäßig gefelderte Kolonien, so siehe *Chroococcus Rechingeri* (S. 81).

4) Sind die Zellen halbmondförmig, an beiden Enden zugespitzt und besitzen sie weite, blasige, ineinander geschachtelte Hüllen, so siehe *Gloeothece lunata*.

5) Vgl. auch *Chroococcus minor*, *Turicensis*, *membraninus*, *sabulosus*, *cohaerens*, *bituminosus*, *caldariorum* und das bei *Chroococcus* Gesagte.

B. Zellen durch Teilungen nach zwei oder drei Raumrichtungen zu hohlkugeligen, würfeligen oder tafelförmigen Kolonien vereinigt.
a) Kolonien hohlkugelig.
α) Zellen auf deutlichen, vom Zentrum ausstrahlenden Gallertstielen. **Gomphosphaeria** (S. 97).
β) Zellen ohne Gallertstiele, aber manchmal mit radiären Gallertfibrillen.
* Zellen seitlich miteinander zu einem scheinbaren Parenchym verwachsen. **Pilgeria** (S. 117).
** Zellen nicht seitlich miteinander verwachsen.
† Zellen in einer zusammenhängenden Schichte angeordnet. **Coelosphaerium** (S. 99).
†† Zellen netzförmig in Maschen angeordnet. **Cyanodictyon** (S. 103).
b) Zellen in drei aufeinander senkrecht stehenden Reihensystemen angeordnet, zu kubischen Kolonien vereinigt[1]). **Eucapsis** (S. 104).
c) Zellen zu einschichtigen flächenförmigen Kolonien vereinigt[2]).
α) Kolonien netzförmig, Maschen aus einfachen Reihen von Zellen bestehend. **Cyanodictyon** (S. 103).
β) Kolonien solid, tafelförmig.
* Zellen flach scheibenförmig, zu wenigen beisammen. **Tetrapedia** (S. 117).
** Zellen nicht flach scheibenförmig, sondern kugelig, ellipsoidisch oder zylindrisch.
† Zellen in regelmäßigen Quer- und Längsreihen. **Merismopedia** (S. 105).
†† Zellen regellos gelagert.
╳ Zellen kugelig. **Coccopedia** (S. 108).
╳╳ Zellen ellipsoidisch oder zylindrisch, Längsachse senkrecht auf der Oberfläche der Kolonie stehend. **Holopedia** (S. 108).
2. Kolonien aktiv beweglich, frei im Wasser schwimmend. **Planosphaerula** (S. 119).

II. Zellen einzeln oder zu wenigen beisammen.
1. Nicht in Symbiose mit einem Flagellaten.
A. Zellen kugelig.
a) Zellen einzeln, ohne Gallerthüllen. **Synechocystis** (S. 109).
b) Zellen zu mehreren beisammen, mit Gallerthüllen.
α) Zellen mit blasig erweiterten Spezialhüllen. **Gloeocapsa** (S. 84).
β) Zellen mit enganliegenden Spezialhüllen. **Chroococcus** (S. 74).

---

1) Ist der Umriß der Kolonien kugelig, so vgl. *Microcystis merismopedioides*.

2) Ist die Koloniegestalt zwar flach tafelförmig, sind die Zellen aber in geringer Zahl zu zwei oder vier in lose gelagerten Gruppen nicht genau in einer Ebene orientiert, so vgl. *Chroococcus*.

B. Zellen länglich.
a) Teilung quer.
α) Zellen symmetrisch zur Querachse gestaltet.
* Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, gerade oder gebogen[1]).
† Zellen einzeln oder zu 2—4 hintereinander, nicht in gemeinsamer Gallerte, gerade.
Synechococcus (S. 110).
†† Zellen zu wenigen in gemeinsamer, hyaliner Gallerte, gerade oder gebogen.
Rhabdoderma (S. 111).
** Zellen spindelförmig, gerade oder gebogen.
Dactylococcopsis (S. 113).
β) Zellen länglich birnförmig, zu 4—10 radiär in strahlig büscheligen Kolonien. **Marssoniella** (S. 120).
b) Teilung längs, Zellen halbkreisförmig, einzeln oder zu 2—4 beisammen. **Cyanarcus** (S. 116).
2. In Symbiose mit einem Flagellaten. **Chroostipes** (S. 116).

Microcystis Kütz.

Zellen kugelig oder länglich, zu vielen in kugeligen oder länglichen, oft unregelmäßig netzförmig durchbrochenen Kolonien von bestimmter Gestalt vereinigt, in gemeinsamer, homogener Gallerte liegend, selten mit undeutlichen, zerfließenden Spezialhüllen. Gallerte ziemlich fest und deutlich sichtbar oder zart, zerfließend und schwer sichtbar, meist farblos, seltener gelb bis braun gefärbt. Zellteilungen nach allen Raumrichtungen, bei länglichen Zellen quer.

Die meisten Formen sind freischwimmend, nur sehr wenige festsitzend. Letztere bedürfen noch weiterer Untersuchung, da die Zellen bei ihnen vielleicht nicht ganz regellos, sondern nach Art der *Chlorogloeaceen* in aufrechten Reihen angeordnet sind; diese Formen wären dann zu *Chlorogloea* zu stellen. — Im Moosgürtel vieler Seen leben in 6—12 m Tiefe viele noch kaum bekannte rosa- und violettgefärbte Formen.

Die Zellen sind bei allen Arten regellos angeordnet, nur bei *Microcystis merismopedioides* bilden sie regelmäßige Längs- und Querreihen. Diese Form nähert sich dadurch der Gattung *Eucapsis*, von der sie aber durch den runden Umriß der Kolonien verschieden ist.

Die Arten sind oft schwer von einander zu unterscheiden. Es kommen auch zahlreiche Übergänge vor. Nach Ostenfeld sollen *M. aeruginosa*, *M. flos-aquae* und *M. viridis* mit einander identisch sein. Wesenberg-Lund fand Kolonien, deren eine Hälfte den Charakter von *M. flos-aquae* besaß, während die andere Hälfte das Aussehen einer typischen *M. aeruginosa* zeigte. Ob es sich bei den Übergangsformen nur um Überlagerung der Variationsweiten guter Formen handelt oder ob die Arten zusammenzuziehen sind, bleibt zu untersuchen.

Die meisten Arten leben planktonisch und bilden in eutrophen Gewässern häufig ausgedehnte Wasserblüten. Sie besitzen meist

1) Vgl. auch *Spirulina abbreviata*.

Pseudovakuolen. Manche von ihnen leben dauernd im Plankton, andere sitzen anfangs fest und lösen sich erst später los. Sie sind anfangs meist blaugrün und werden nach der Erschöpfung der Nährstoffe gelblich.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen kugelig.
1. Zellen mit Pseudovakuolen [1]).
A. Zellen 3—7 μ breit.
a) Kolonien mit deutlich begrenzter Gallerthülle.
α) Kolonien aus Teilkolonien zusammengesetzt. **M. viridis** 1.
β) Kolonien einfach. **M. marginata** 2.
b) Kolonien mit undeutlich begrenzter Gallerthülle.
α) Zellen dicht liegend.
* Kolonien rundlich oder länglich, aber nicht mehrere Male länger als breit.
† Kolonien deutlich durchbrochen. **M. aeruginosa** 3.
†† Kolonien nicht deutlich durchbrochen. **M. flos-aquae** 4.
** Kolonien viel länger als breit, aus Teilkolonien zusammengesetzt. **M. pseudofilamentosa** 5.
*** Kolonien keilschriftartig. **M. scripta** 6.
β) Zellen zum Teil sehr locker liegend. **M. protocystis** 7.
B. Zellen kleiner als 3 μ.
a) Kolonien (meist) aus Teilkolonien zusammengesetzt, Zellen 2—3 μ groß. **M. ichthyoblabe** 8.
b) Kolonien einfach, Zellen 0,8—2,25 μ groß. **M. firma** 9.
2. Zellen ohne Pseudovakuolen.
A. Zellen deutlich gelb gefärbt. **M. fusco-lutea** 10.
B. Zellen nicht gelb gefärbt.
a) Zellen über 4 μ groß.
α) Kolonien aus sehr vielen Zellen bestehend. **M. pallida** 11.
β) Kolonien aus 6—24 Zellen bestehend. **M. chroococcoidea** 12.
b) Zellen 4 μ oder kleiner.
α) Zellen 4 μ groß. **M. densa** 13.
β) Zellen kleiner als 3 μ.
* Zellen in regelmäßigen Längs- und Querreihen angeordnet. **M. merismopedioides** 14.
** Zellen regellos angeordnet.
† Kolonien viel länger als breit. **M. stagnalis** 15.
†† Kolonien wenig länger als breit.
X Kolonien freischwimmend, deutlich durchbrochen. **M. Holsatica** 16.

1) Die Angabe der Färbung der Pseudovakuolen führenden Formen ist wertlos, da die Färbung außerordentlich stark schwankt.

XX Kolonien freischwimmend oder an Steinen festgeheftet, nicht durchbrochen, mit deutlicher Gallerthülle. **M. pulverea** 17.

XXX Kolonien an Wasserpflanzen angeheftet, nicht durchbrochen, mit undeutlicher Gallerthülle. **M. parasitica** 18.

II. Zellen länglich.

1. Zellen 0,8—1 μ groß.
   A. Kolonien festgewachsen. **M. Orissica** 19.
   B. Kolonien freischwimmend. **M. minutissima** 20.
2. Zellen 1—1,5 oder 3 μ groß. **M. elabens** 21.

1. **Microcystis viridis** (A. Br.) Lemm. — Kolonien rundlich, rechteckig oder fast quadratisch, aus zahlreichen, meist viereckigen, von dicken Spezialgallerthüllen umgebenen Teilkolonien zusammengesetzt. Zellen kugelig, 3—7 μ groß, mit Pseudovakuolen. — Planktonisch. In stehenden Gewässern, oft zusammen mit *Microcystis aeruginosa* Wasserblüten bildend.

Fig. 37.

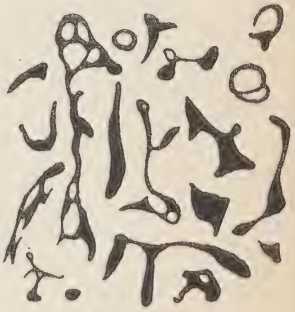


Fig. 38.

Fig. 37, 38. *Microcystis aeruginosa*; verschiedene Formen der Kolonien, bei einer die Gallerthülle gezeichnet (24×, nach Kirchner). 38 *Microcystis scripta*, Kolonieformen (12×, Original).

2. **Microcystis marginata** (Menegh.) Kütz (Fig. 39). — Kolonien rundlich oder unregelmäßig gestaltet, meist flach, linsenförmig, nicht aus Teilkolonien zusammengesetzt, mit deutlicher, oft dicker und geschichteter Gallerthülle. Zellen kugelig, 3—6 μ groß, mit Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

3. **Microcystis aeruginosa** Kütz.[1]) (Fig. 37, 40). — Kolonien in der Jugend kugelig oder länglich, im Alter netzförmig durchbrochen und zerrissen, mit undeutlich begrenzter Gallert-

1) Nach Naumann (Notizen zur experimentellen Morphologie des pflanzlichen Limnoplanktons, I—II (Bot. Not. 1925) hängt das Aussehen der Lager von der Bewegung des Wassers ab. In ruhigem Wasser werden durchbrochene, große, in bewegtem Wasser einheitliche, kleine Kolonien gebildet.

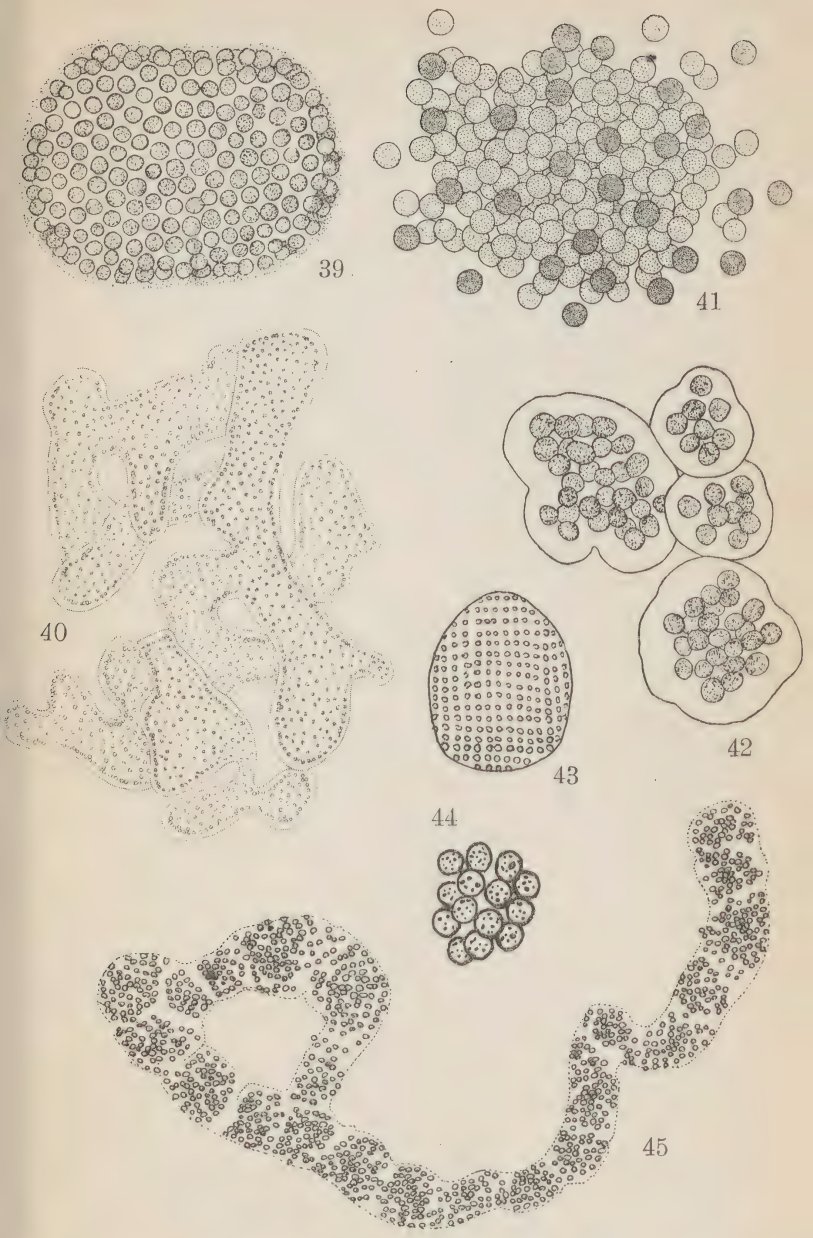


Fig. 39—45. 39 *Microcystis marginata* (ca. 700×, nach West). 40 *M. aeruginosa* (144×, nach Smith). 41 *M. flos-aquae* (660×, nach Smith). 42 *M. flos-aquae* (700×, nach Kirchner). 43 *M. merismopedioides* (900×, nach Fritsch). 44 *M. chroococcoidea* (500×, nach West). 45 *M. pseudofilamentosa* (ca. 142×, nach Crow).

hülle. Zellen kugelig, 3—7 μ groß, meist mit Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern, Wasserblüten bildend.

var. maior (Wittr.) G. M. Smith. — Ausgewachsene Kolonien länglich, unregelmäßig gestaltet, kugelig oder durchbrochen. Gallerthülle fester als bei der typischen Form. Zellen kugelig, 5,5—6,5 μ groß. — Planktonisch in stehenden Gewässern, anscheinend selten.

4. **Microcystis flos-aquae** (Wittr.) Kirchn. (Fig. 41, 42). — Kolonien ± rundlich oder etwas länglich, nicht durchbrochen, mit undeutlicher Gallerthülle, oft zu mehreren dicht beisammen liegend. Zellen kugelig, 3—7 μ groß, meist mit Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern, oft Wasserblüten bildend.

Die Art ist durch zahlreiche Zwischenformen mit *M. aeruginosa* verbunden und von dieser oft schwer zu unterscheiden.

5. **Microcystis pseudofilamentosa** Crow (Fig. 45). — Kolonien langgestreckt, sehr schmal, stellenweise eingeschnürt, so daß eine Reihe von Teilkolonien entsteht, manchmal verbreitert und durchbrochen. Gallerthülle undeutlich. Zellen kugelig, 3—7 μ groß, mit Pseudovakuolen. Größe der Kolonien sehr verschieden, oft 20—30 μ breit und 200—300 μ lang; Teilkolonien häufig 20—30 μ lang. — Planktonisch in stehenden Gewässern Ceylons.

6. **Microcystis scripta** (Richter) Lemm. (inkl. *Microcystis ochracea* (Brand) Lemm. (Fig. 38). — Kolonien ± langgestreckt, keilschriftförmig, manchmal durchbrochen, in der Jugend kreisrund mit grubiger Vertiefung, ring- und brillenförmig, mit undeutlicher Gallerthülle. Zellen kugelig, 5—7 μ groß, mit Pseudovakuolen. — Anfangs festsitzend (auf verwesenden Algenpolstern), später freischwimmend und Wasserblüten bildend.

M. ochracea unterscheidet sich von dieser Art nur durch die Durchbrechungen der Kolonien. Es handelt sich dabei um ein Jugendstadium. Später erfolgt an einer Stelle ein Durchreißen der Ringe und die Kolonien wachsen dann ± fadenförmig, wodurch schriftzeichenartige Gebilde zustande kommen. Daß auch bei *M. scripta* häufig Durchbrechungen vorkommen, zeigt Fig. 38, die nach den Originalexemplaren von P. Richter (Hauck et Richter, Phyc. univ. Nr. 92) gezeichnet ist.

7. **Microcystis protocystis** Crow. — Kolonien unregelmäßig gestaltet, mit undeutlicher Gallerthülle. Zellen kugelig, dicht oder sehr lose gelagert, 3,5—6,5 μ groß, mit Pseudovakuolen. — In stehenden Gewässern Ceylons.

8. **Microcystis ichthyoblabe** Kütz. — Kolonien ± rundlich, fast hautartig, aus mehreren von Spezialhüllen umgebenen Teilkolonien zusammengesetzt. Zellen kugelig, 2—3 μ groß, mit Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern, manchmal Wasserblüten bildend.

9. **Microcystis firma** (Bréb. et Lenorm.) Rabh. — Kolonien hautartig, nicht aus Teilkolonien zusammengesetzt, mit undeut-

licher Gallerthülle. Zellen kugelig, 0,8—2,25 μ groß, mit Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

10. **Microcystis fusco-lutea** (Hansg.) Migula. — Kolonien kugelig, eiförmig, ellipsoidisch, oft unregelmäßig traubig, aus Teilkolonien zusammengesetzt. Gallerthülle dünn, gelb bis bräunlich. Zellen kugelig, gelb, 3—4 μ groß, dicht gedrängt, ohne Pseudovakuolen. — An feuchten Felsen, auf Brunneneinfassungen, in reinem Quellwasser; manchmal auch in lauwarmem Wasser.

    Die Art ist wahrscheinlich mit *Chlorogloea* nahe verwandt. Die gelbe Farbe der Zellen ist kaum konstant und entsteht vermutlich nur in alten Lagern.

11. **Microcystis pallida** (Farlow) Lemm. — Kolonien unregelmäßig gestaltet, mit undeutlicher Gallerthülle. Zellen kugelig, 5—5,5 μ groß, blaß blaugrün, ohne Pseudovakuolen. — In stehenden Gewässern.

12. **Microcystis chroococcoidea** W. et G. S. West (Fig. 44). — Kolonien klein, freischwimmend, 6—24zellig, 14—33 μ groß, mit undeutlicher Gallerthülle. Zellen dicht gelagert, 4—7 μ groß, kugelig, blaßgelblich bis blaugrün. — In einem stark salzigen See, Antarktis.

    Die Art nähert sich der Gattung *Chroococcus*, ist aber durch die dichte Lagerung der Zellen und das Fehlen distinkter Spezialhüllen der Zellen von ihr verschieden.

13. **Microcystis densa** G. S. West. — Kolonien länglich-zylindrisch, 415 μ breit, 1400 μ lang. Zellen kugelig, dicht gedrängt, 4 μ groß, ohne Pseudovakuolen. — Planktonisch im Albert-Nyanza-See, Afrika.

14. **Microcystis merismopedioides** Fritsch (Fig. 43). — Kolonien ± kugelig oder ellipsoidisch, 13—20 μ groß. Zellen 0,7 μ groß, in regelmäßigen, aufeinander senkrecht stehenden Reihen angeordnet, ohne Pseudovakuolen. Gallerthülle gelblich braun, selten farblos. — Auf den Lagern von *Phormidium glaciale*, Orkney Inseln, Antarktis.

    Die Art ist durch die regelmäßigen Reihen der Zellen von allen anderen Arten verschieden und nähert sich dadurch der Gattung *Eucapsis*.

15. **Microcystis stagnalis** Lemm. — Kolonien sehr lang und schmal, an einzelnen Stellen verbreitert und durchbrochen oder netzförmig zerrissen. Gallerthülle undeutlich. Zellen dicht gedrängt, kugelig, 1—2 μ groß, blaßblaugrün, ohne Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

    var. *pulchra* Lemm. (Fig. 46). — Zellen 2—2,7 μ groß, lebhaft blaugrün. Kolonien ungef. 137 μ lang. — Im Plankton des Paraguay.

16. **Microcystis Holsatica** Lemm. — Kolonien kugelig oder netzförmig durchbrochen. Gallerthülle deutlich. Zellen kugelig, 1 μ groß, ohne Pseudovakuolen, blaßblaugrün. — Planktonisch und zwischen anderen Algen in stehenden Gewässern.

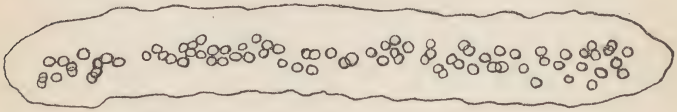
    var. *minor* Lemm. — Kolonien unregelmäßig gestaltet, stark netzförmig durchbrochen, ohne Gallerthülle. Zellen 0,3—0,5 μ groß, blaßblaugrün. — In einem Weiher in Siam.

17. **Microcystis pulverea** (Wood) Migula. — Kolonien kugelig oder ellipsoidisch, oft zu vielen vereinigt. Gallerthülle deutlich. Zellen kugelig, 2—3 μ groß, dicht gedrängt, blaugrün, ohne Pseudovakuolen. — Planktonisch oder an Steinen, feuchten Mauern, Brunneneinfassungen u. dgl. festsitzend.

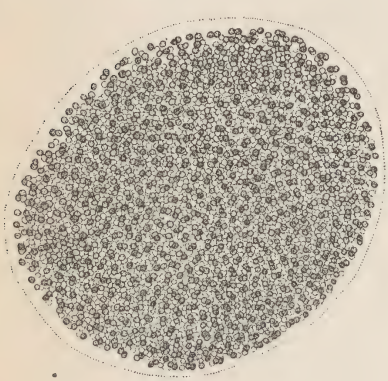
Zumindest ein Teil der festsitzenden, *Microcystis*-artigen und meist als *M. pulverea* bestimmten Formen ist mit *Chlorogloea microcystoides* identisch. Die Planktonformen sind dagegen typische Vertreter der Gattung *Microcystis*.

var. *incerta* (Lemm.) Crow (= *Microcystis incerta* Lemm.) (Fig. 47) unterscheidet sich nur durch die 1—2 μ großen Zellen.

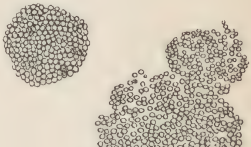
f. *elongata* Crow. — Kolonien 3—4mal so lang als breit, sonst wie var. *incerta*.



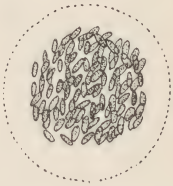
46



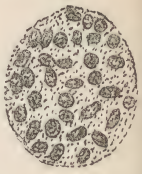
47



48



50



49

Fig. 46—50. 46 *Microcystis stagnalis* var. *pulchra* (600×, nach Lemmermann). 47 *M. pulverea* var. *incerta* (660×, nach Smith). 48 *M. parasitica* (700×, nach Fritsch). 49 *M. Orissica* (960×, nach West). 50 *M. elabens* (ca. 300×, nach Lemmermann).

18. **Microcystis parasitica** Kütz. (Fig. 48). — Kolonien unregelmäßig gestaltet, lebhaft blaugrün, mit undeutlicher Gallerthülle. Zellen kugelig, dicht gedrängt, blaugrün, ca. 2 μ groß, ohne Pseudovakuolen. — In stehenden Gewässern, meist an Wasserpflanzen festsitzend.

19. **Microcystis Orissica** W. West (Fig. 49). — Kolonien fast kugelig, ellipsoidisch, dunkelolivengrün, meist 24—40 μ groß. Gallerthülle deutlich. Zellen schwach ellipsoidisch, 0,8—0,9, seltener bis 1 μ breit, blaugrün. — Auf den Kolonien von *Pectinatella Burmanica* (Bryozoon) in einem See Indiens.

20. **Microcystis minutissima** W. West. — Kolonien unregelmäßig gestaltet, 40—140 μ groß, manchmal auch größer, mit hyaliner Gallerthülle. Zellen länglich, nach der Teilung fast kugelig, 0,8—1,2 μ breit, 1,1—2 μ lang. — Freischwimmend in Sümpfen.

21. **Microcystis elabens** (Menegh.) Kütz. (Fig. 50). — Kolonien rundlich oder etwas länglich, manchmal hautartig, aus mehreren von Spezialgallerthüllen umgebenen Teilkolonien zusammengesetzt. Zellen länglich, 1—1,5 μ breit, 3—5 μ lang, mit Pseudovakuolen. — In stehenden Gewässern, anfangs eststsitzend, später planktonisch und Wasserblüten bildend.

var. *maior* Bachm. — Zellen 3 μ breit, 6 μ lang, zu dichten Teilkolonien vereinigt, die voneinander entfernt in gemeinsamer Gallerte liegen. — Grönland.

Aphanocapsa Näg.

Zellen kugelig oder fast kugelig, zu vielen in formlosen, weichen Gallertkolonien meist locker gelagert, in gemeinsamer, strukturloser Gallerte, selten mit undeutlichen Spezialhüllen. Zellen regellos angeordnet.

Die meisten Arten leben auf feuchter Erde und an feuchten Felsen, viele an den Wänden von Warmhäusern, einige sind echte Planktonformen. *A. endophytica* lebt in der Gallerte von *Microcystis*.

Die Teilungen scheinen oft nur nach einer Raumrichtung zu erfolgen, die Zellen werden sekundär verschoben. Charakteristisch ist, daß die Zellen einzeln oder zu zweien, nicht oder nur sehr selten in Vierergruppen nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen liegen.

Die Abbildungen geben keine richtige Vorstellung von dem Aussehen der Lager der terrestrischen Arten. Sie bilden im Alter weitausgedehnte, unregelmäßige, dicke Schleimmassen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Kolonien in der Gallerte anderer planktonischer Algen
A. endophytica 1.

II. Kolonien frei lebend.
1. Kolonien eisenspeichernd.
A. Zellen mit homogenem Inhalt **A. siderosphaera** 2.
B. Zellen mit vakuolenartigen Körnchen (Pseudovakuolen?)
A. sideroderma 3.
2. Kolonien nicht eisenspeichernd.
A. Lager ± blaugrün oder schmutziggrün.
a) Lager submers lebend.
α) Lager in stehendem Wasser lebend.
* Zellen grau- bis blaßblaugrün.
† Zellen 3,5—4,5 μ groß **A. pulchra** 4.
†† Zellen kleiner als 3 μ.
× Zellen häufig in Vierergruppen.
A. Koordersi 5.
×× Zellen nicht in Vierergruppen.
≠ Zellen 0,5—0,75 μ groß.
A. delicatissima 6.
≠≠ Zellen 1,5—3 μ groß. **A. Elachista** 7.

** Zellen lebhaft, meist blaugrün gefärbt.
† Zellen 0,5—0,75 μ groß
A. delicatissima 6.
†† Zellen 2,2—2,8 μ groß.
A. Koordersi 5.
††† Zellen 3,5—5 μ groß. **A. Grevillei** 8.
†††† Zellen 5—6 μ groß. **A. rivularis** 9.
β) Lager in Quellen und Bächen lebend.
* Zellen 5—6 μ groß. **A. rivularis** 9.
** Zellen bis 4 μ groß. **A. fonticola** 10.
b) Lager auf feuchter Erde, feuchten Felsen und Wänden.
α) Lager nicht in Warmhäusern lebend, Zellen 6 μ groß. **A. virescens** 11.
β) Lager an den Wänden der Warmhäuser.
* Zellen 2,5—4 μ groß. **A. Naegelii** 12.
** Zellen 4—7 μ groß. **A. biformis** 13.

B. Lager gelblich bis braun.
a) Zellen höchstens 1,5 μ groß. **A. fusco-lutea** 14.
b) Zellen größer.
α) Zellen blaugrün.
* Zellen 5—7 μ groß. **A. paludosa** 15.
** Zellen 3—6 μ groß. **A. flava** 16.
β) Zellen gelblich, bräunlich oder bräunlichgrün.
* Zellen 2,5—3,5 μ groß. **A. rufescens** 17.
** Zellen 4,5—5,5 μ groß. **A. brunnea** 18.
*** Zellen 7,5—9,5 μ groß. **A. testacea** 19.

C. Lager farblos oder wenigstens teilweise violett.
a) Lager grün bis violett. **A. violacea** 20.
b) Lager hyalin oder selten blaßviolett.
α) Zellen 1—1,5 μ oder 3—4 μ groß, in stehendem Wasser. **A. anodontae** 21.
β) Zellen 2,5—4,2 μ oder 1 μ, in Thermen.
A. thermalis 22.
γ) Zellen 2,5—5 μ groß, terrestrisch.
A. montana 23.
δ) Zellen 6—7 μ groß, auf Schnee. **A. nivalis** 24.

1. **Aphanocapsa endophytica** G. M. Smith. — Kolonien endophytisch in der Gallerte von *Microcystis*; Gallerthülle mit der Hülle der Wirtspflanze zusammenfließend. Zellen gleichmäßig zerstreut oder in kleineren Gruppen beisammen, 2 μ groß, grau bis lebhaft blaugrün. — Planktonisch in Seen Nordamerikas.

Ein ähnliches endophytisches Vorkommen zeigt *Aphanothece nidulans* var. *endophytica*,

2. **Aphanocapsa siderosphaera** Naum. — Kolonien mikroskopisch klein, mit Eisenimprägnation. Zellen 2—2,5 μ groß, blaß gelb, mit homogenem Inhalt. -- In einem Bach in Südschweden.

Ungenau beschrieben.

3. **Aphanocapsa sideroderma** Naum. — Wie *Aphanocapsa siderosphaera*, aber mit vakuolenartigen Körnchen (Pseudovakuolen?) in den Zellen. — In einem Bach in Südschweden.

Ungenau beschrieben.

4. **Aphanocapsa pulchra** (Kütz.) Rabh. (Fig. 53). — Lager schleimig, blaugrün, festsitzend oder freischwimmend, in letzterem Fall meist kugelig oder eiförmig. Zellen lose gelagert, blaß blaugrün, 3,5—4,5 μ groß. — In Sümpfen, auch in salzhaltigem Wasser oder im Plankton.

5. **Aphanocapsa Koordersi** Stroem (Fig. 51). — Lager kugelig, hellgrau oder blaugrün, 2—3 mm groß. Zellen zerstreut oder bis vier beisammen, 2,2—2,8 μ groß. — Planktonisch in einem See auf Java.

6. **Aphanocapsa delicatissima** W. et G. S. West (Fig. 54). — Lager blaugrün, klein, fest ellipsoidisch, freischwimmend, mit hyaliner oder gelblicher Gallerthülle, 14—30 μ breit, 15—50 μ

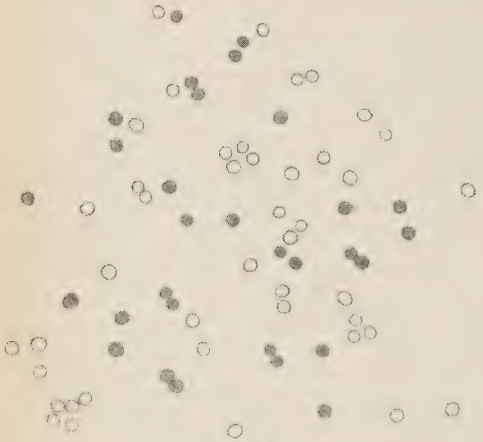


Fig. 51.

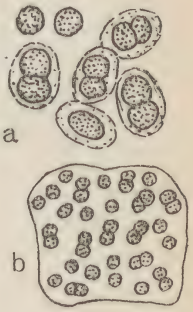


Fig. 52.

Fig. 51, 52. 51 *Aphanocapsa Koordersi* (600×, nach Stroem). 52 *A. virescens*, Teile der Lager (*a* 500×, *b* 270×, nach Hansgirg).

lang. Zellen einzeln oder paarweise, ziemlich dicht liegend, 0,5—0,75 μ groß, lebhaft oder blaß blaugrün. — Planktonisch in Seen Englands, Norwegens und Nordamerikas.

7. **Aphanocapsa Elachista** W. et G. S. West (Fig. 55). — Lager blaugrün, klein, fast kugelig oder ellipsoidisch. Gallerthülle farblos, fest oder zerfließend. Zellen sehr locker liegend, einzeln oder paarweise, 1,4—2 μ groß, blaßblaugrün. — Planktonisch in Seen, Westindien, Norwegen.

var. *conferta* W. et G. S. West (Fig. 56). — Zellen dichter liegend. — Planktonisch in Seen Englands, Schwedens, Norwegens und Nordamerikas.

var. *planctonica* G. M. Smith. — Zellen 2—3 μ groß. — Planktonisch in Seen Nordamerikas.

8. **Aphanocapsa Grevillei** (Hass.) Rabh. (Fig. 57). — Lager rundlich, halbkugelig, oft zu vielen dicht gedrängt beisammen, schmutzig oder lebhaft blaugrün. Zellen einzeln oder paar-

weise, dicht gedrängt, 3,5—6 μ groß, blaugrün. — Auf feuchter Erde, in Sümpfen, manchmal auch im Plankton.

9. **Aphanocapsa rivularis** (Carm.) Rabh. (Fig. 58). — Lager festsitzend und halbkugelig oder unregelmäßig ausgebreitet, oder freischwimmend und kugelig, tafelförmig oder unregelmäßig gestaltet, blaugrün, getrocknet braun (immer?). Zellen lose gelagert, einzeln oder in Paaren, 5—6 μ groß, blaugrün. — An

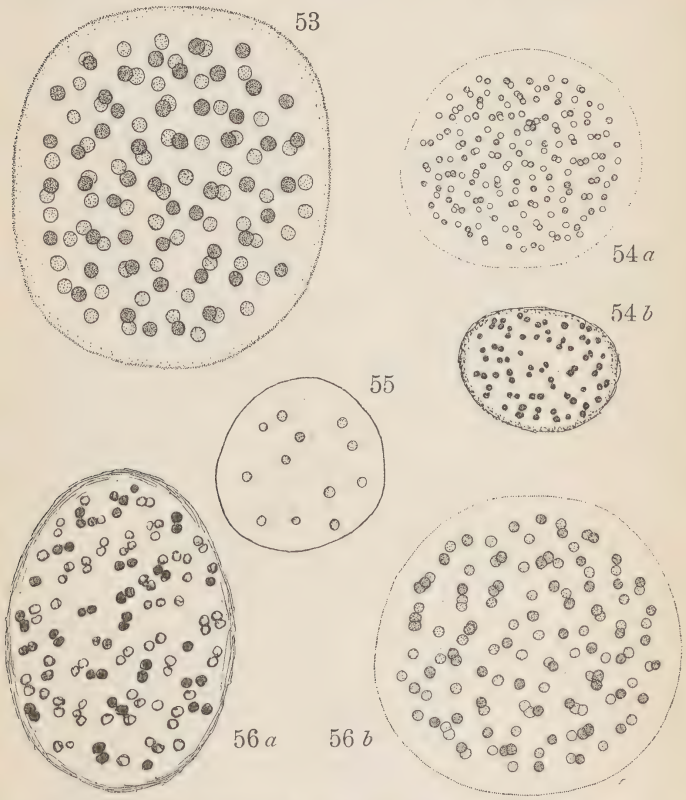


Fig. 53—56. 53 *Aphanocapsa pulchra* (660×, nach Smith). 54 *A. delicatissima* (*a* 800×, nach Smith, *b* 1000×, nach West). 55 *A. Elachista* (800×, nach West). 56 *A. Elachista* var. *conferta* (*a* 500×, nach West; *b* 800×, nach Smith).

feuchten Felsen, in Sümpfen, in Bächen, an Steinen, gelegentlich im Plankton.

10. **Aphanocapsa fonticola** Hansg. — Lager dunkel bis schwärzlich-blaugrün, dünn. Zellen kugelig bis elliptisch, 1,5(?)—3,5, selten bis 4 μ breit, bis $1^1/_2$ (vor der Teilung bis 2) mal so lang als breit, einzeln oder paarweise, dicht gedrängt. — In Quellen und Bächen an Steinen.

11. **Aphanocapsa virescens** (Hass.) Rabh. (Fig. 52). — Lager schmutzig blaugrün oder olivenbräunlich, weit ausgebreitet.

Zellen einzeln oder paarweise, 6 μ groß, blaßblaugrün. — An feuchten Felsen.

12. **Aphanocapsa Naegelii** Richt. — Lager dunkelblaugrün, weit ausgebreitet. Zellen 2,5—4 μ groß, blaugrün bis fast violett. — An feuchten Wänden in Warmhäusern.

13. **Aphanocapsa biformis** A. Br. — Lager schmutzig olivengrün, weit ausgebreitet. Zellen blaßblaugrün, 4—7 μ groß. — An feuchten Wänden in Warmhäusern.

14. **Aphanocapsa fusco-lutea** Hansg. — Lager schmutzig gelb bis bräunlich. Zellen dicht gedrängt, gelblich oder blaugrün, 1—1,5 μ groß. — An feuchten Wänden in Warmhäusern.

15. **Aphanocapsa paludosa** Rabh. — Lager olivenbraun, hautartig. Zellen ± dicht gedrängt, 5,2—7 μ groß, olivenfarben. — An feuchtliegenden Steinen, auf feuchter Erde, am Grunde von Baumstämmen u. dgl.

Fig. 57, 58. 57 *Aphanocapsa Grevillei* (624×, nach Smith). 58 *A. rivularis* (624×, nach Smith).

16. **Aphanocapsa flava** (Kütz.) Rabh. — Lager schmutzig gelb, blaßblaugrün oder ± gelbbraun. Zellen dicht gedrängt, 3—6 μ groß, blaßblaugrün. — An feuchten Mauern und feuchten Felsen.

17. **Aphanocapsa rufescens** Hansg. — Lager gallertartig-schleimig oder hautförmig, schmutzig olivenfarbig, gelbbraun oder seltener rotbraun. Zellen einzeln oder paarweise, dicht gedrängt, 2,5—3,5 μ groß, olivengelblich, gelblichgrün oder seltener rötlich. — An feuchten Mauern und auf feuchtem Holz (Pumpenröhren u. dgl.).

18. **Aphanocapsa brunnea** Näg. — Lager gallertig-häutig, ausgebreitet, braun. Zellen einzeln oder paarweise, dicht gedrängt, 4,5—5,5 μ groß, gelbbraun oder grünlich braun. — Auf feuchter Erde, nassen Felsen oder an Steinen in Seen.

19. **Aphanocapsa testacea** Näg. — Lager gallertig-häutig, gelbbraun oder schmutzig rötlich. Zellen dicht gedrängt, einzeln oder paarweise, 7,5—9,5 μ groß, gelb oder braungrün. — Auf feuchten Felsen und feuchter Erde.

20. **Aphanocapsa violacea** Grun. — Lager schleimig, grün bis violett. Zellen ziemlich lose gelagert, teilweise 2—3 μ, teilweise 5—7 μ groß, einzeln oder paarweise, blaugrün oder blaßviolett. — Auf feuchtem Holz in Quellen.

Die Angabe von zwei Arten verschieden großer Zellen bedarf der Nachprüfung. Vielleicht sind die kleinen Zellen tot, vielleicht handelt es sich um eine zweite im Schleim der ersten lebenden Form.

21. **Aphanocapsa anodontae** Hansg. — Lager klein, gallertig, wenig schlüpfrig. Zellen zu 2 oder mehreren genähert, 1—1,5 μ groß, meist 10—30, seltener mehr μ breite Zellhaufen bildend, blaugrün. — Auf alten Muschel- und Schneckenschalen (Anodonta, Planorbis).

var. *maior* Hansg. — Zellen 3—4 μ groß. — In den Gehäusen von Süßwasserschnecken.

22. **Aphanocapsa thermalis** Brügg. — Lager gallertig, farblos. Zellen dicht gedrängt, blaugrün, 2,5—4,2 μ groß. — In Thermen.

var. *minor* Hansg. — Zellen 1 μ groß. — In warmen Abwässern.

23. **Aphanocapsa montana** Cramer. — Lager gallertig, formlos, olivengelb, blaßviolett oder farblos. Zellen 2,5—5 μ groß, blaßblaugrün. — Auf feuchter Erde.

24. **Aphanocapsa nivalis** Lagerh. — Lager kugelig, 75—150 μ groß, farblos oder blaßgrauviolett. Zellen locker gelagert, einzeln oder paarweise, 6—7 μ groß, blaugrün. — Auf Schnee in Spitzbergen.

Aphanothece Näg.

Zellen ellipsoidisch bis lang zylindrisch, gerade oder halbkreis- bis S-förmig gebogen, zu vielen in formlosen Kolonien meist locker gelagert, in gemeinsamer strukturloser Gallerte, manchmal mit zerfließenden, blasig aufgetriebenen Spezialhüllen. Teilung quer. Zellen durch Verschiebungen durch Schleimausscheidung unregelmäßig nach allen Raumrichtungen gelagert, manchmal parallel liegend und Längsteilungen vortäuschend. Nannocytenbildung bei einer Art *(A. muralis)* bekannt.

Aphanothece unterscheidet sich von *Aphanocapsa* nur durch die länglichen Zellen. *Aphanothece gelatinosa* und *Aphanocapsa fonticola* bilden Übergangsformen, welche die Grenzen verwischen.

Die Teilungen finden immer quer statt, nur bei der Nannocytenbildung von *A. muralis* erfolgen Teilungen nach drei Raumrichtungen[1]).

Die Ausbildung der Spezialhüllen ist sehr variabel. Typischerweise sind sie ganz zu einer homogenen, gemeinsamen Gallerte zerflossen. Manchmal sind sie aber ziemlich gut erhalten; die Unterscheidung gegen *Gloeothece* ist dann oft schwierig.

Die meisten Arten leben in stehenden Gewässern zwischen anderen Pflanzen oder auf Schlamm, einige an feuchten Felsen und auf feuchter Erde, feuchten Wänden u. dergl. Manche sind planktonisch.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Lager kugelig[2]), halbkugelig oder krümelig, gallertig.
Sektion **Coccochloris.**

1. Lager ± kugelig[2]).
A. Zellen schmäler als 5 μ; Lager blaßblaugrün. **A. stagnina** 1.
B. Zellen breiter als 5 μ; Lager lebhaft blaugrün. **A. prasina** 2.
2. Lager krümelig. **A. piscinalis** 3.

II. Lager amorph, schleimig. Sektion **Aphanothece.**

1. Im Schleim anderer Algen.
A. Hüllen farblos. **A. nidulans** var. **endophytica** 7.
B. Hüllen gefärbt. **A. subachroa** 9.
2. Freilebend.
A. Zellen schmäler als 2 μ[3]).
a) Hüllen farblos.
α) Mit Pseudovakuolen. **A. pulverulenta** 4.
β) Ohne Pseudovakuolen.
* Lager netzförmig durchbrochen. **A. clathrata** 5.
** Lager nicht netzförmig durchbrochen.
† Zellen 10mal so lang als breit. **A. longior** 6.
†† Zellen höchstens 4mal so lang als breit.
X Zellen dicht gelagert, schmäler als 1,5 μ. **A. nidulans** 7.
XX Zellen loser gelagert, breiter als 1,5 μ. **A. saxicola** 8.
b) Hüllen gelb bis braun gefärbt. **A. subachroa** 9.
B. Zellen breiter als 2 μ[3]).
a) In Warmhäusern.
α) Lager blaßblaugrün. **A. caldariorum** 10.

---

1) Vgl. S. 15. Im Nannocytenstadium kann ein ganz abweichendes Aussehen entstehen. Siehe bei *A. muralis* und *A. salina.*

2) Sind die Lager kugelig oder ellipsoidisch und planktonisch, so siehe auch *A. nidulans* und *A. microscopica.*

3) Bei *A. muralis* sind die Zellen häufig 1,8—2 μ breit.

β) Lager schmutziggrün oder gelbbraun. **A. conferta** 11.
γ) Lager violett. **A. muralis** 12.
b) Im Freien.
α) Zellen wenig länger als breit. **A. gelatinosa** 13.
β) Zellen $1^1/_2$—3mal so lang als breit.
* Lager farblos oder fast farblos.
† Lager farblos, Zellen dicht gelagert. **A. microscopica** 14.
†† Lager blaßblaugrün, Zellen lose gelagert. **A. pallida** 15.
** Lager deutlich gefärbt.
† In Thermen. **A. bullosa** 16.
†† Nicht in Thermen.
X Zellen breiter als 9 μ. **A. heterospora** 17.
XX Zellen schmäler als 9 μ.
≠ Zellen breiter als 3,5 μ.
› Zellen lose gelagert. **A. Naegelii** 18.
›› Zellen dicht gelagert. **A. salina** 19.
≠≠ Zellen schmäler als 3,5 μ.
› Zellen dicht gedrängt. **A. Castagnei** 20.
›› Zellen lose gelagert. **A. microspora** 21.

I. Sektion Coccochloris.

1. **Aphanothece stagnina** (Spreng.) A. Br. (Fig. 65). — Lager gallertig, kugelig, ellipsoidisch, zylindrisch, bis walnußgroß, im Innern häufig mit Kalkkristallen, blaßblaugrün oder schmutzigblaßgrün. Zellen 3—5 μ breit, bis $1^1/_2$ mal so lang, an der Oberfläche der Kolonien oft dicht und im Innern lose gelagert, oder auch an der Oberfläche ziemlich lose gelagert, blaßblaugrün. — In stehenden Gewässern, anfangs festsitzend, später an der Wasseroberfläche frei schwimmend.

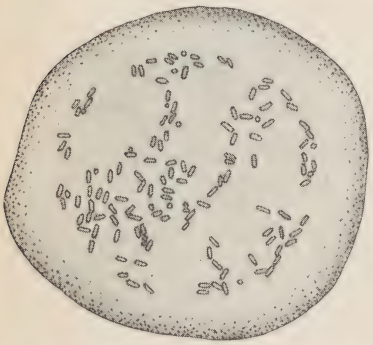


Fig. 59. *Aphanothece prasina* (nach Woloszynska).

2. **Aphanothece prasina** A. Br. (Fig. 59, 60). — Lager kugelig bis zylindrisch, bis 4 cm groß, lebhaft blaugrün bis dunkelgrün oder bräunlich, ohne Kalkkristalle. Zellen 5—6,5 μ breit, 7—11 μ lang, wie bei *A. stagnina* gelagert. — Vorkommen wie bei *A. stagnina*, häufig auf Schlamm.
3. **Aphanothece piscinalis** Rabh. — Lager dunkelgrün, kugelig, gelappt, krümelig. Zellen 3,5—4,6 μ breit, 5—6,5 μ lang, blaßblaugrün. — Am Grunde stehender Gewässer, festsitzend.

II. Sektion **Aphanothece.**

4. **Aphanothece pulverulenta** Bachm. (Fig. 66). — Zellen ellipsoidisch, 1,5 μ breit, 2,2 μ lang, mit Pseudovakuolen, zu wolkenartigen Kolonien vereinigt, dicht gelagert. — In Teichen und Tümpeln Grönlands.

5. **Aphanothece clathrata** W. et G. S. West (Fig. 61). — Lager unregelmäßig netzförmig durchbrochen, in der Jugend ellipsoidisch. Zellen stäbchenförmig, gerade oder leicht gekrümmt, ziemlich dicht gedrängt, 0,6—0,7 μ breit, 3,5—4,5 μ lang, blaugrün. — Planktonisch in irischen und nordamerikanischen Seen.

   var. *brevis* Bachm. (Fig. 62). — Zellen kurz stäbchenförmig, 0,8 μ breit, 1 μ lang, farblos. — Planktonisch im Vierwaldstädtersee.

6. **Aphanothece longior** Naum. — Lager unregelmäßig, klein. Zellen gerade zylindrisch, 1 μ breit, bis 10,5 μ lang, blaßgelb, — In einem Bach in Südschweden.
   Ungenau beschrieben.

7. **Aphanothece nidulans** Richt. (Fig. 64). — Lager unregelmäßig ausgebreitet, bei planktonischer Lebensweise ± rund. Zellen stäbchenförmig, gerade oder leicht gekrümmt, 1—1,5 μ breit, bis 3,5 μ lang, blaugrün, zu dichten nestförmigen Kolonien vereinigt, mit meist zerfließender Gallerthülle. — An den Wänden von Warmhäusern, manchmal im Plankton von Seen.

8. **Aphanothece saxicola** Näg. — Lager fast farblos oder blaßgelb, formlos. Zellen 1,5—1,8 μ breit, 2—3mal so lang, einzeln oder paarweise, ziemlich locker gelagert, blaßblaugrün. — An feuchten Felsen und in stehenden Gewässern.

9. **Aphanothece subachroa** Hansg. — Lager formlos, klein. Zellen meist 1 μ breit, 2—3mal so lang, blaßblaugrün oder fast farblos, einzeln oder paarweise in weiten, gelben bis braunen, zerfließenden Hüllen. — In Warmhäusern, häufig auf feuchtem Holz, oft in den Schleimlagern anderer Warmhausalgen.

10. **Aphanothece caldariorum** Richt. — Lager schleimig, höckerig, zerfließend und weit ausgebreitet, blaßblau- oder graugrün, seltener etwas violett. Zellen 2 μ breit, 4—7 μ lang, einzeln oder zu zweien, seltener zu 4—8 hinter- oder nebeneinander, mit zerfließenden, ca. 5 μ breiten und 8—16 μ langen, farblosen Hüllen. — In Warmhäusern an Wänden und an feuchten Felsen.

11. **Aphanothece conferta** Richt. — Lager schleimig, weit ausgebreitet, oft hautartig, schmutzig grün oder olivenbraun. Zellen einzeln oder zu zweien, dicht gedrängt, 2,5—3 μ breit, 4,5—5,5 μ lang, blaß blaugrün oder olivenfarben, mit ± deutlichen, zerfließenden Hüllen. — An den Wänden von Warmhäusern.

12. **Aphanothece muralis** (Tomasch.) Lemm. (Fig. 68). — Lager ± violett, schleimig-gallertig, höckerig, weit ausgebreitet. Zellen lang zylindrisch, gerade oder S-förmig, nach der Teilung bogen-

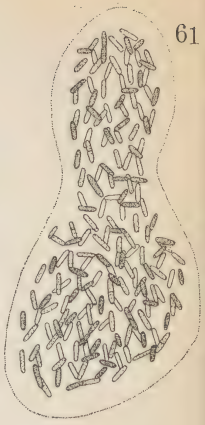


Fig. 60—65. 60 *Aphanothece prasina* (660×, nach Smith). 61 *A. clathrata* (800×, nach Smith). 62 *A. clathrata* var. *brevis*, Lager und Einzelzellen (nach Bachmann). 63 *A. Castagnei* (ca. 600×, nach Kirchner). 64 *A. nidulans* (800×, nach Smith). 65 *A. stagnina* (660×, nach Smith).

förmig gekrümmt, 1,8—2,5 μ breit, 4—6 mal so lang, einzeln farblos, zu mehreren übereinander violett gefärbt, mit geschichteten, weichen, oft deutlichen Hüllen, an den Enden meist mit je 1 Ectoplast. Manchmal ganze Lagerteile durch Teilungen nach drei Raumrichtungen Nannocyten bildend. Nannocyten kugelig, 0,9 μ groß, in dichten Haufen liegend und *Aphanocapsa*-artige Lager bildend. — An Wänden in Warmhäusern.

Wahrscheinlich ist die Nannocytenbildung weiter verbreitet. So dürfte sich die Angabe Hansgirgs eines „Aphanocapsa-Zustands" bei *A. caldariorum* auf diese Erscheinung beziehen. Ebenso beruht die verschiedene Größe der Zellen bei *A. salina* jedenfalls auf dem gleichen Vorgang.

Das Vorkommen der polaren Ectoplasten ist ebenfalls nicht auf *A. muralis* beschränkt, sondern findet sich auch bei anderen Arten und überhaupt auch bei anderen Cyanophyceen.

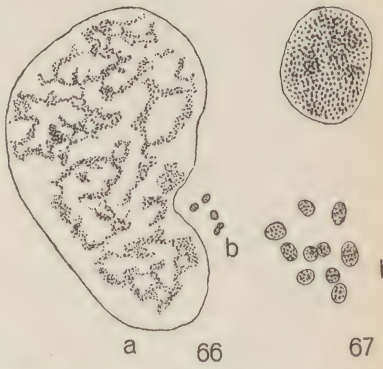


Fig. 66, 67. *Aphanothece pulverulenta*, *a* Kolonie, *b* Einzelzellen (nach Bachmann). 67 *A. microscopica*, *a* Kolonie, *b* Einzelzellen (nach Bachmann).

13. **Aphanothece gelatinosa** (Henn.) Lemm. — Lager ± kugelig schleimig-gallertig, schmutzig blaugrün oder bräunlich. Zellen dicht gedrängt, fast kugelig, 4 μ breit, 4—5,5 μ lang, blaßblaugrün. — In einem Teich im Berliner Botanischen Garten.

Fig. 68. *Aphanothece muralis*. *a* gewöhnliche vegetative Zellen, *b—f* Nannocytenbildung (*a—c* 1000×, *d—f* 500×, Original).

14. **Aphanothece microscopica** Näg. (Fig. 67). — Lager klein, gallertig, anfangs kugelig oder ellipsoidisch, später amorph, $^1/_4$—2 mm groß. Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, einzeln oder paarweise, ziemlich dicht gelagert, 4—4,5 μ breit, $1^1/_2$ bis 2 mal so lang, blaugrün, mit undeutlichen oder ganz zerfließenden Hüllen. — In Sümpfen, Wassergräben, Teichen u. dgl. freischwimmend, auch gelegentlich im Plankton von Seen, selten auf feuchter Erde.

15. **Aphanothece pallida** (Kütz.) Rabh. — Lager weich, 4—6 oder mehr Millimeter große Klümpchen von blaßblau- oder olivengrüner Färbung bildend. Zellen locker gelagert, 3—8 μ breit, 1½—3 mal so lang, blaßblaugrün, manchmal mit gelblichen Hüllen. — An feuchten Felsen zwischen Moosen, seltener in Sümpfen.

var. *micrococca* Brügg. — Zellen 2,2—3,4 μ breit, 3,6 bis 6,5 μ lang. — Im Statzersee, Schweiz.

16. **Aphanothece bullosa** (Menegh.) Rabh. — Lager ± kugelig oder unregelmäßig lappig, bis 15 cm groß, gelblich-olivenfarben. Zellen 3,5—5 μ breit, 1½—2⅓ mal so lang, einzeln oder zu zweien, ohne oder mit deutlichen Hüllen, blaugrün oder olivengrün. — In Thermen, festsitzend oder freischwimmend.

17. **Aphanothece heterospora** Rabh. — Lager weich, zerfließend, olivenfarben. Zellen 9—10,5 μ breit, 1½—2 mal so lang als breit, sehr dicht gelagert und polygonal abgeplattet, blaugrün. — Freischwimmend in Seen.

18. **Aphanothece Naegelii** Wartm. — Lager gallertig, gelbbraun oder olivenfarbig. Zellen ziemlich dicht gelagert, 4—4,5 μ breit, 6,5—8 μ lang, ohne deutliche Hüllen, blaßblaugrün. — An feuchten Felsen zwischen Moosen, an sumpfigen Stellen.

19. **Aphanothece salina** Elenkin et Danil. — Lager ausgebreitet, 6—9 cm lang, schleimig, blaugrün oder olivenbraun. Zellen fast kugelig, ellipsoidisch oder stäbchenförmig, 3,2—5 μ breit, 6—15 μ lang, dicht gelagert, einzeln oder paarweise, blaßblaugrün. — In einem Salzsee in Turkestan.

Die verschiedene Länge der Zellen ist wohl als Beginn von Nannocytenbildung zu deuten.

20. **Aphanothece Castagnei** (Bréb.) Rabh. (Fig. 63). — Lager formlos, schleimig, blaugrün, olivengrün oder gelblich-braun. Zellen 2—3,5 μ breit, 1½—2 mal so lang, dicht gedrängt und manchmal polygonal abgeplattet, blaßblaugrün, mit meist ganz zerfließenden, manchmal schmutzig gelbbraun gefärbten Hüllen. — In stehenden Gewässern an untergetauchten Moosen und Wasserpflanzen oder auf feuchter Erde, auch in H_2S haltigem Wasser.

21. **Aphanothece microspora** (Menegh.) Rabh. — Lager schleimig, weich, formlos, manchmal gelappt, blaß oliven- oder gelblichgrün. Zellen 2—3, seltener mehr μ dick, 2—3 mal so lang, einzeln oder paarweise, locker gelagert, blaßblaugrün, meist mit vollständig zerfließenden Hüllen. — Am Rande stehender oder fließender Gewässer, zwischen Moosen und Gräsern, an Fensterrahmen u. dgl.

Chroococcus Näg.

Zellen kugelig[1]), einzeln oder zu zweien, meist zu 4—8 oder bis 16, seltener zu mehreren beisammen, mit homogenen oder zart und ± deutlich geschichteten Hüllen, meist mit Ineinanderschachtelungen der Hüllen, in gemeinsamer amorpher Gallerte liegend

1) Aberrant ist *Chr. fusco-violaceus*. Siehe bei diesem.

oder ohne Gallerte. Teilungen abwechselnd nach 2 oder 3 aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen. Rhythmus zwischen Teilungen ohne Wachstum und Wachstum ohne Teilung meist deutlich ausgeprägt. Zellen entweder zu acht an den Ecken eines Würfels oder zu vier quadratisch gestellt, in mehrzelligen Kolonien häufig in Vierergruppen oder sekundär durch Schleimausscheidung verschoben und unregelmäßig gelagert.

Der Unterschied gegen *Gloeocapsa* liegt in den engen, nicht blasenförmig erweiterten Hüllen. In Wirklichkeit kommen zahllose Übergangsformen vor. So besitzen die meisten der unter II, 1, A angeführten Formen ziemlich weite Hüllen und nähern sich auch in der Lagerbildung oft so stark den terrestrischen *Gloeocapsa*-Arten, daß die systematische Einreihung ganz willkürlich ist. Es ist dadurch die Bestimmung sehr erschwert und oft ganz unmöglich gemacht.

Bei den meisten Arten erfolgen zwei Teilungen schnell nacheinander. Die Teilung nach der 3. Raumrichtung ist häufig, besonders bei planktonischen Formen, unterdrückt, wodurch ± abgeflachte Kolonien entstehen.

In den Diagnosen wird meist die Zellgestalt angeführt und als kugelig, eckig usw. geschildert. Dies ist überflüssig. Die eigentliche Zellgestalt ist die Kugel, die Tochterzellen besitzen, solange sie beisammen sind, halbkugelige Gestalt, nach zwei oder vier Teilungen zeigen die Zellen Kugelquadranten- und Octantenformen, wenn sie zu mehreren beisammen liegen mannigfache eckige Gestalten. Etwas abweichend verhält sich *Chr. Indicus* Bernard, was daher kommt, daß die Teilungen nicht immer regelmäßig abwechselnd nach drei Raumrichtungen erfolgen. *Chr. fusco-violaceus* besitzt keulige Zellen und bedarf weiterer Untersuchung. Wahrscheinlich handelt es sich um einen *Chamaesiphon* aus der *Godlewskia*-Gruppe.

Die Formen, die durch die gelbe Farbe des Zellinhalts charakterisiert sind, bedürfen weiterer Untersuchung. Sie sind sicher nicht dauernd gelb (was eine physiologische Unmöglichkeit wäre), sondern befinden sich nur häufig in einem Ruhestadium, in dem die Assimilationspigmente reduziert sind.

Bei einigen Arten kann man beobachten, daß sich die Zellen häuten, indem sie — meist von der jüngsten Hülle umgeben — aus den äußeren Hüllen seitlich austreten. Die äußeren (älteren) Hüllen werden dabei auf einer Seite gelöst, die Reste hängen den ausgetretenen Zellen oft noch lange an (Fig. 70).

Die Arten finden sich sowohl im Wasser wie terrestrisch. Manche sind typische Planktonformen, andere leben in Hochmooren, viele in Warmhäusern. *Chroococcus turgidus* kommt an Felsen, in Hochmooren, in verschmutztem Wasser, in Meerwasser und sogar auf Faulschlamm vor. Ob es sich dabei wirklich um eine einzige Form handelt, ist in Anbetracht dieser biologisch ganz verschiedenen Standorte zweifelhaft.

Außer den hier angeführten Arten sind noch viele andere beschrieben worden; die Diagnosen sind jedoch so ungenau und die Unterschiede gegenüber den hier angeführten Arten so gering, daß auf ihre Aufzählung verzichtet wurde. — Die Arten-Systematik ist ganz ungenügend.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen einzeln oder nach der Teilung zu wenigen beisammen keine Lager bildend.

1. Hüllen geschichtet, ineinandergeschachtelt,
   A. Hüllen farblos.
      a) Zellen blau- oder olivengrün.
         α) Zellen bis 32 μ groß[1]). **Chr. turgidus** 1.
         β) Zellen 54—58 μ groß. **Chr. giganteus** 2.
      b) Zellen violett. **Chr. Westii** 3.
   B. Hüllen gelb bis braun.
      a) Zellen 5,8—11 μ groß. **Chr. schizodermaticus** 4.
      b) Zellen 16—21 μ groß. **Chr. tenax** 5.

2. Hüllen nicht geschichtet, nicht ineinandergeschachtelt.
   A. Zellen größer als 1,5 μ.
      a) Zellen 5—10 μ groß. **Chr. minutus** 6.
      b) Zellen 10—32 μ groß.
         α) Zellen bis 20 μ groß, Hülle dünn. **Chr. Indicus** 7.
         β) Zellen bis 32 μ groß, Hülle dick. **Chr. Mipitanensis** 8.
   B. Zellen 1—1,5 μ groß. **Chr. thermophilus** 9.

II. Zellen zu Lagern vereinigt, in gemeinsamer Gallerte.

1. Zellen ohne Pseudovakuolen.
   A. Lager festsitzend, Zellen mit in der Regel ineinandergeschachtelten nicht zerfließenden Spezialhüllen.
      a) Hülle geschichtet.
         α) Zellen blaugrün oder schmutziggrün.
            * Zellen mit Hülle 4—8 μ groß. **Chr. varius** 10.
            ** Zellen mit Hülle 6—11 μ groß. **Chr. decorticans** 11.
         β) Zellen gelb.
            * Hülle farblos, Zellen 25—80 μ groß[2]). **Chr. macrococcus** 12.
            ** Hülle gelb, Zellen 5—6 μ groß. **Chr. montanus** 13.
      b) Hülle nicht geschichtet.
         α) Zellen blaugrün oder gelblich grün.
            * Zellen blaßblau oder gelblich.
               † Zellen 6—11 μ groß. **Chr. pallidus** 14.
               †† Zellen 1,8—2,5 μ groß. **Chr. Rechingeri** 15.
               ††† Zellen 3—4 μ groß.
                  X Lager braun. **Chr. decolorans** 16.
                  XX Lager blaugrün oder olivengrün[3]). **Chr. minor** 17.

---

1) Gemeint ist immer die Größe des Protoplasten ohne Hülle.
2) Sind die Zellen mit Hülle 5—10 μ groß und die Hüllen undeutlich geschichtet, so siehe *Chr. cinnamomeus*.
3) Bei f. *violacea* vermutlich violett.

** Zellen lebhaft blaugrün.
† In Thermen. **Chr. membraninus** 18.
†† Nicht in Thermen.
X Lager blaßblaugrün oder farblos.
Chr. obliteratus 19.
XX Lager schmutzig- bis schwärzlichgrün.
Chr. cohaerens 20.
XXX Lager rotbraun. **Chr. sabulosus** 21.
β) Zellen bräunlich oder gelb.
* Zellen gelb oder orange.
† Zellen mit Hülle 6—10 μ groß.
Chr. aurantiacus 22.
†† Zellen mit Hülle 19—34 μ groß.
Chr. Turicensis 23.
** Zellen bräunlich bis dunkelbraun.
† Lager schleimig.
X Zellen bis 4 μ groß, bräunlich-blaugrün.
Chr. bituminosus 24.
XX Zellen 4—15 μ groß, bräunlich bis orangebraun.
› Hülle dünn.
Chr. aurantio-fuscus 25.
›› Hülle dick. **Chr. Zopfii** 26.
†† Lager krustenförmig oder pulverig.
X Hülle dick. **Chr. cinnamomeus** 27.
XX Hülle dünn. **Chr. fuligineus** 28.
γ) Zellen rötlich oder violett.
* Lager krustenförmig, schmutzig violett, Zellen 3—6 μ groß. **Chr. caldariorum** 29.
** Lager schleimig, rötlich, Zellen 15—18 μ groß.
Chr. rufescens 30.
*** Lager hautartig, sehr dünn, violettbraun bis schwärzlich, 3—5 μ groß.
Chr. fusco-violaceus 31.

B. Lager freischwimmend, Spezialhüllen ungeschichtet, oft ganz zerfließend, nicht ineinander geschachtelt.
a) Lager ± tafelförmig, Zellen aber nicht genau in einer Ebene gelagert.
α) Zellen grau-purpurn oder braun.
Chr. purpureus 32.
β) Zellen anders, meist blaugrün gefärbt.
* Zellen oder Zellgruppen einander genähert.
Chr. limneticus 33.
** Zellen oder Zellgruppen voneinander entfernt.
Chr. dispersus 34.
b) Lager ± kugelig oder ellipsoidisch.
Chr. minimus 35.
2. Zellen mit Pseudovakuolen. **Chr. cumulatus** 36.

1. **Chroococcus turgidus** (Kütz.) Näg. (Fig. 71). — Zellen einzeln oder zu 2—4, seltener bis 8 vereinigt, lebhaft blaugrün oder gelblich-olivenfarben oder bräunlich, mit Hülle 13—40 μ, ohne Hülle 8—32 μ groß. Hülle farblos, meist deutlich, seltener

undeutlich geschichtet. — In Hochmooren, aber auch in anderen stehenden Gewässern, in Salzsümpfen, selten an feuchten Felsen und auf Faulschlamm; gelegentlich ins Plankton verschlagen.

var. *subnudus* Hansg. — Hülle sehr dünn. — In Sümpfen und an feuchten Felsen.

2. **Chroococcus giganteus** W. West (Fig. 69). — Zellen meist zu 2, seltener zu 3—4, lebhaft blaugrün, mit Hülle 67—70 μ, ohne Hülle 54—58 μ groß. Hülle deutlich geschichtet, farblos. — In stehendem Wasser zwischen anderen Algen, gelegentlich ins Plankton verschlagen.

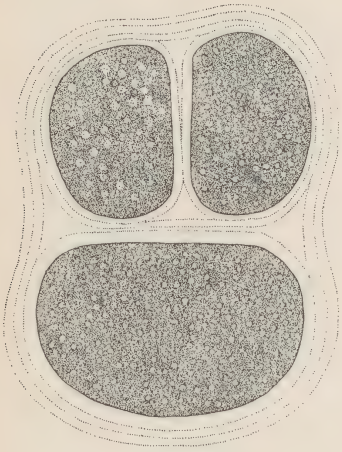


Fig. 69.

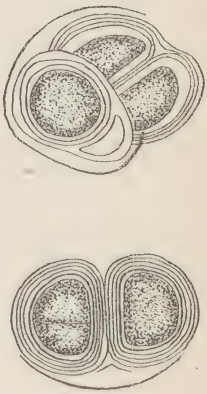


Fig. 70.

Fig. 69, 70. 69 *Chroococcus giganteus* (660×, nach Smith). 70 *Chroococcus Westii* (600×, nach Boye P.).

3. **Chroococcus Westii** (W. West) Boye P. (= *Chr. turgidus* var. *violaceus* W. West incl. *Chr. turgidus* var. *subviolaceeus* Wille) (Fig. 70) — Zellen zu 1—4 beisammen, violett, mit Hülle 18—32 μ, ohne Hülle 13—27 μ groß. Hülle farblos, deutlich geschichtet. — An feuchten Felsen.

4. **Chroococcus schizodermaticus** W. West (Fig. 73). — Zellen zu 2—4 beisammen, blaugrün, mit Hülle 21—42 μ, ohne Hülle 5,8—11 μ groß. Hülle strohgelb bis braun, deutlich geschichtet. — In Sümpfen.

var. *badio-purpureus* West unterscheidet sich durch die braunpurpurne Färbung der Zellen und die sehr blaßgefärbten Hüllen.

5. **Chroococcus tenax** Hieron. — Zellen einzeln oder zu 2—4 beisammen, blaugrün oder olivenfarben, mit Hülle 20—26 μ, ohne Hülle 16—21 μ groß. Hülle dünn, meist deutlich geschichtet, gelb bis braun. — An feuchten Felsen und in stehenden Gewässern.

6. **Chroococcus minutus** (Kütz.) Näg. (Fig. 74). — Zellen einzeln oder zu zweien, selten zu 4, mit nicht ineinander geschachtelten, ungeschichteten Hüllen, mit Hülle 6—12 μ, ohne Hülle 5—10 μ groß, blaßblaugrün oder gelblich. Hülle farblos. — In Sümpfen, auch in salzhaltigem Wasser, gelegentlich im Plankton.

7. **Chroococcus Indicus** Bernard (non Zell.) (Fig. 75). — Zellen einzeln oder zu wenigen (—16?) beisammen, blaugrün. Ausgewachsene Zellen kugelig, mit Hülle 18—20 μ groß. Zellen in den Kolonien zwischen der ersten und zweiten Teilung einer Mutterzelle $^1/_2$ mal so breit als lang, 8—14 μ breit, bis 30 μ lang. Hülle dünn, ungeschichtet. — In Teichen im Botanischen Garten von Buitenzorg.

   Die Teilungsfolge ist aus der Fig. b gut zu entnehmen. Die langen Zellen stehen vor einer Querteilung. In einer solchen Zelle ist statt der Querteilung eine Längsteilung und eine Querteilung erfolgt, so daß 4 (statt 2) Tochterzellen entstanden sind. — Die dargestellte Kolonie ist offenbar 16zellig (ohne die vier jüngsten Tochterzellen gerechnet).

8. **Chroococcus Mipitanensis** (Wolosz.) Geitler (= *Chr. turgidus* var. *Mipitanensis* Wolosz.) (Fig. 72). — Zellen zu 2—8, meist zu 8 beisammen, in einer dicken, gemeinsamen, ungeschichteten Gallerthülle, bis 18 μ groß, schmutzig olivengrün. — Im Wasser der Reisfelder auf Java.

   Die Unterschiede gegenüber *Chr. turgidus* sind so groß, daß die Aufstellung einer eigenen Art notwendig ist. — Aus der Fig. geht nicht mit Sicherheit hervor, ob die 4 Gruppen von je zwei Zellen alle in einer Ebene liegen oder ob die beiden rechten (etwas kleiner gezeichneten) hinten liegen und perspektivisch gezeichnet sind. Im letzteren Fall hätten wir das normale Teilungsschema von *Chroococcus* (abwechselnd nach 3 Raumrichtungen) vor uns. Im ersteren Fall würde es eine besondere Eigentümlichkeit der Art sein, zwei Teilungen nacheinander nach der gleichen Raumrichtung ablaufen zu lassen.

9. **Chroococcus thermophilus** Wood. — Zellen einzeln oder zu 2—4, ohne Hülle 1—1,5 μ groß, grün. Hülle dick, ungeschichtet, farblos. — In *Nostoc*-Kolonien in einer heißen Quelle in Kalifornien.

10. **Chroococcus varius** A. Br. — Lager schleimig-gallertig, schmutzig olivengrün, grünbräunlich oder schwärzlich. Zellen mit Hülle 4—8 μ, ohne Hülle 2—4 μ groß, blaßblaugrün bis blaßolivengrün oder gelblich. Hülle farblos oder gelblich, undeutlich geschichtet. — An Mauern, in Warmhäusern, an feuchten Felsen.

    f. *Samoënsis* Wille (Fig. 76). — Zellen mit Hülle 3—5 μ groß. — Auf Holzdächern, Samoa-Inseln.

11. **Chroococcus decorticans** A. Br. — Lager? Zellen mit Hülle 6—11 μ groß, blaugrün. Hülle deutlich geschichtet, farblos. — An feuchten Wänden und in stehendem Wasser.

12. **Chroococcus macrococcus** (Kütz.) Rabh. (Fig. 78). — Lager schleimig, weitausgebreitet, gelbbraun oder fahlgelb. Zellen gelb, orange oder braun, mit Hülle 30—90 μ, ohne Hülle

25—80 μ groß. Hülle farblos, dick, sehr deutlich und auffallend geschichtet. — An feuchten Felsen, auf Torf- und Waldboden.

Nach Lemmermann handelt es sich um eine zweifelhafte Form, die ein Entwicklungsstadium eines anderen Organismus darstellt.

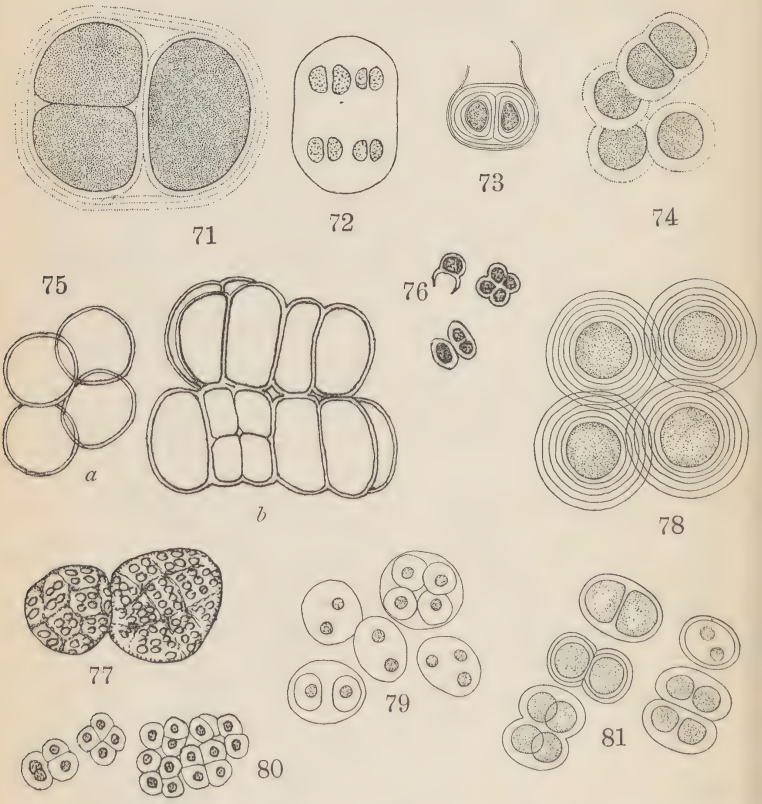


Fig. 71—81. 71 *Chroococcus turgidus* (800×, nach Smith). 72 *Chr. Mipitanensis* (nach Woloszynska). 73 *Chr. schizodermaticus* (nach W. und G. S. West). 74 *Chr. minutus* (660×, nach Smith). 75 *Chr. Indicus*. *a* ruhende Zellen, *b* Zellen in Teilung (nach Bernard). 76 *Chr. varius* var. *Samoënsis* (610×, nach Wille). 77 *Chr. Rechingeri* (610×, nach Wille). 78 *Chr. macrococcus* (nach Hassal). 79 *Chr. minor* (nach W. und G. S. West). 80 *Chr. aurantiacus* (nach Bérnard). 81 *Chr. Turicensis* (200×, nach Hansgirg).

13. **Chroococcus montanus** Hansg. — Lager schleimig-gallertig, dunkel gelbbraun bis schwarzbraun. Zellen 5—6, seltener 3—9 μ groß, gelbbraun, mit dünner, gelber oder brauner Hülle. — An feuchten Felsen, Pumpenröhren u. dergl., oft zusammen mit *Calothrix parietina*.

Unterscheidet sich kaum von *Chr. varius*.

14. **Chroococcus pallidus** Näg. — Lager schleimig, fast farblos oder gelb bis orange. Zellen mit Hülle 7,5—13, ohne Hülle 6—11 μ groß, blaßblaugrün oder gelblich bis orange. Hülle farblos, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen u. dgl.

15. **Chroococcus Rechingeri** Wille (Fig. 77). — Zellen oval, 1,85—2,5 μ groß, ohne deutliche Hülle, zu grau-blaugrünen Familien von unregelmäßiger Gestalt vereinigt. — Zwischen Moosen, Salomonsinseln.

Durch die länglichen Zellen und die undeutlichen Hüllen aberrant.

16. **Chroococcus decolorans** Migula. — Lager schleimig, braun. Zellen 3—3,5 μ groß, mit dünner Hülle, fast farblos, blaßblaugrün. — An der Betonmauer eines Wehres bei Eisenach.

17. **Chroococcus minor** (Kütz.) Näg. (Fig. 79). — Lager schleimig-gallertig, schmutzig-blaugrün oder olivengrün. Zellen ohne Hülle 3—4 μ groß, mit schwer sichtbarer, weiter, farbloser Hülle, blaßblaugrün. — An feuchten Steinen, Hölzern u. dgl., auch in heißen Schwefelquellen.

f. *violacea* Wille. — Zellen violett. — In einer Quelle Pamir.

18. **Chroococcus membraninus** (Menegh.) Näg. — Lager schleimig, häutig, violettgrün bis schwarz. Zellen 3—8 μ groß, blaugrün, mit weiten, farblosen Hüllen. — In Thermen, meist auf Schlamm zusammen mit *Oscillatorien*.

19. **Chroococcus obliteratus** Richt. — Lager schleimig, farblos oder blaßblaugrün. Zellen einzeln oder zu zweien, dicht gedrängt, olivengrün, mit Hülle 7—11 μ, ohne Hülle 6—10 μ groß. Hülle dünn, farblos, nicht geschichtet. — In Sümpfen.

20. **Chroococcus cohaerens** (Bréb.) Näg. — Lager schleimig bis zähe gallertig, schmutzig bis schwärzlich-blaugrün. Zellen blau- oder olivengrün, mit Hülle 2,5—7 μ, ohne Hülle 2—5 μ groß. Hülle farblos, nicht geschichtet. — Häufig in Warmhäusern, aber auch im Freien an feuchten Mauern und in Sümpfen; auch in salzigem Wasser.

var. *Antarctica* Wille. — Lager unregelmäßig ausgebreitet, mehrschichtig. Zellen ohne Hülle 3—7 μ groß. — Antarktis.

21. **Chroococcus sabulosus** (Menegh.) Hansg. — Lager schleimig-gallertig, rotbraun. Zellen mit Hülle 4—5 μ, ohne Hülle 2—3 μ groß, blaugrün. Hülle farblos oder rötlich, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen und Steinen.

22. **Chroococcus aurantiacus** Bernard (non de Toni) (Fig. 80). Zellen ohne Hülle 2—3 μ, mit Hülle 6—10 μ groß, lebhaft orange. Hülle dick, farblos, nicht geschichtet. — In einem Teich auf West-Java.

23. **Chroococcus Turicensis** (Näg.) Hansg (Fig. 81). — Lager gallertig, blaßorange. Zellen mit Hülle 19—34 μ groß, orangegelb, selten grünlich. Hüllen dick, ungeschichtet, farblos. — An feuchten Felsen.

24. **Chroococcus bituminosus** (Bory) Hansg. — Lager klebrig, gallertig, mattglänzend, braun bis pechschwarz. Zellen bräun-

lich-spangrün, selten schmutzig violett, mit Hülle 2—4 μ groß. Hülle dünn, farblos, nicht geschichtet. — An feuchten Mauern im Freien oder in Warmhäusern.

25. **Chroococcus aurantio-fuscus** (Kütz.) Rabh. — Lager schleimig, dünn, schmutzigbraun. Zellen bräunlich oder orangebraun, mit Hülle 4—12 μ groß. Hülle sehr dünn, farblos, nicht geschichtet. — An den Wänden von Warmhäusern.

26. **Chroococcus Zopfii** Hansg. — Lager dünn, gallertig, meist schmutzigbräunlich. Zellen 12—15 μ groß, bräunlich. Hülle 2—6 μ dick, farblos, nicht geschichtet. — In Warmhäusern, auf *Ficus barbata*.

Es ist fraglich, ob diese Form nicht mit den Akineten (Gonidien) der Bangiacee *Phragmonema sordidum*, die ebenfalls in Warmhäusern auf *Ficus barbata* (und auch an Wänden usw.) lebt, verwechselt wurde. *Phragmonema* läßt sich leicht an den parietalen Chromatophorenscheiben und an dem Besitz von Florideenstärke erkennen.

27. **Chroococcus cinnamomeus** (Kütz.) Rabh. — Lager krustenförmig, rötlich-zimtbraun. Zellen gelb-zimtbraun, mit Hülle 5—10 μ groß. Hülle ziemlich dick, undeutlich geschichtet. — Auf feuchter Erde.

Ist nach Forti und de Toni eine *Protococcacee*.

28. **Chroococcus fuligineus** (Lenorm.) Rabh. — Lager pulverig, dünn, schmutzigbraun. Zellen bräunlich-blaugrün, mit Hülle meist 7,5—12 μ, seltener bis 20 μ groß. Hülle dünn, farblos, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen.

29. **Chroococcus caldariorum** Hansg. — Lager krustenförmig, bröckelig, oft weit ausgebreitet, schmutzigviolett. Zellen purpurrot oder violett, mit Hülle 5—15 μ, ohne Hülle 3—6 μ groß. Hülle ± dick, nicht geschichtet, farblos. — An feuchten Wänden und Warmhäusern.

30. **Chroococcus rufescens** (Bréb.) Näg. — Lager schleimig, rötlich. Zellen rötlich, mit Hülle 17—31,5 μ, ohne Hülle 15—18 μ groß. Hülle farblos, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen.

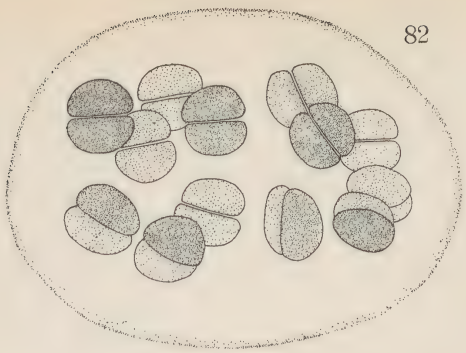
Eine fragliche Form; nach de Toni und Forti mit *Pleurococcus rufescens* identisch.

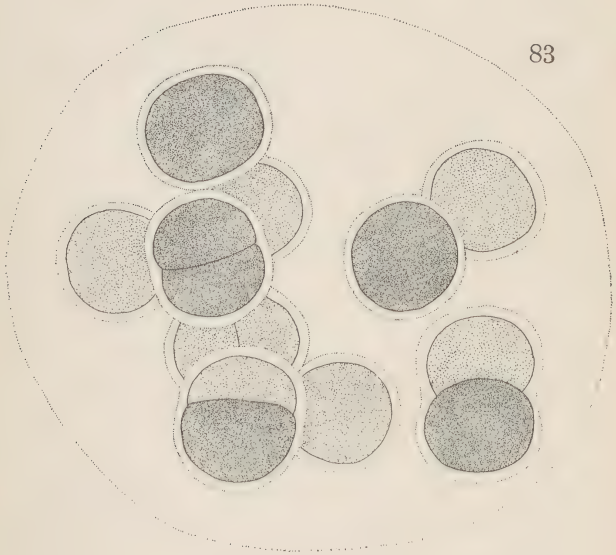
31. **Chroococcus fusco-violaceus** Hansg. — Lager dünn, hautartig, wenig schleimig, oft weit ausgebreitet, violettbraun bis schwärzlich. Zellen kugelig, eiförmig, seltener kurz keulenförmig und dann leicht gekrümmt, mit Hülle 3—5 μ groß, schmutzig- bis braunviolett. Hülle dünn, farblos. — In Bergbächen, nur in schnellfließendem Wasser an Steinen.

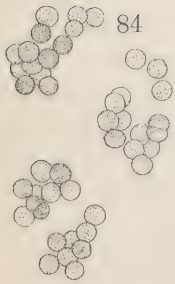
Die keulige Form der Zellen wie das Vorkommen spricht dafür, daß es sich um eine verkannte *Chamaesiphon*-Art aus der Sektion *Godlewskia* handelt.

32. **Chroococcus purpureus** Snow. — Zellen in Vierer- oder Achtergruppen in weiter gemeinsamer Gallerte, von einander entfernt, 13 μ groß, graupurpurn, seltener braun. — Planktonisch im Erie-See (Nordamerika).

33. **Chroococcus limneticus** Lemm. (Fig. 82). — Zellen zu 4—32 in freischwimmenden, tafelförmigen Gallertlagern von rundem







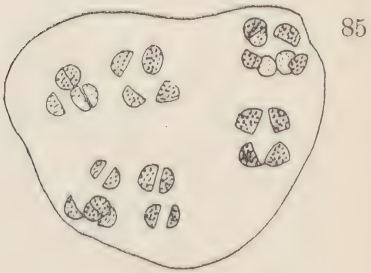


Fig. 82—85. 82 *Chroococcus limneticus* (660×, nach Smith). 83 *Chr. limneticus* var. *elegans* (660×, nach Smith). 84 *Chr. dispersus* (660×, nach Smith). 85 *Chr. cumulatus* (nach Bachmann).

Umriß, ± genähert, mit Hülle[1]) 8—14 μ, ohne Hülle 6—12 μ groß, blaß-, oliven- oder meist lebhaft blaugrün. Hüllen deutlich oder vollkommen mit der gemeinsamen Kolonialhülle zusammenfließend, nicht geschichtet, nicht ineinander geschachtelt, farblos. Kolonialhülle weit. — Planktonisch in Seen und Teichen.

var. *elegans* G. M. Smith (Fig. 83). — Zellen mit Hülle 20—26 μ, ohne Hülle 18—22 μ groß; Hüllen deutlich. — Planktonisch in nordamerikanischen Seen.

var. *distans* G. M. Smith. — Zellen ohne Hülle 6,5—7 μ, lose gelagert; Hüllen mit der gemeinsamen Gallerte zusammenfließend. — Wie vorige var.

var. *subsalsus* Lemm. — Zellen mit Hülle 4,5—5 μ, ohne Hülle 3,5—4,5 μ groß. — Planktonisch in Seen und Teichen.

var. *carneus* (Chodat) Lemm. — Zellen ohne Hülle 7—9 μ groß, blaugrün, olivengrün bis ockergelb. — Planktonisch in Seen.

34. **Chroococcus dispersus** (v. Keißler) Lemm. (Fig. 84). — Zellen zu 4—16 oder mehr in tafelförmigen Gallertlagern von rundem Umriß, entweder einzeln voneinander entfernt oder dicht in Gruppen, die dann entfernt voneinander sind, gelagert, blaß- oder lebhaft blaugrün, mit Hülle 5—6 μ, ohne Hülle 3—4 μ groß; Abstand der Zellgruppen voneinander 15—20 μ. Hüllen deutlich, nicht geschichtet, nicht ineinander geschachtelt, oder vollkommen mit der gemeinsamen Kolonialhülle zusammenfließend, farblos. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

Bei niedriger Teilungsfrequenz liegen die Zellen einzeln zerstreut, bei hoher Teilungsfrequenz in Gruppen.

var. *minor* G. M. Smith. — Zellen 1,75—2,5 μ groß, ohne Spezialhüllen, blaßblaugrün. — Planktonisch in nordamerikanischen Seen.

35. **Chroococcus minimus** (v. Keißler) Lemm. — Zellen zu vielen in ellipsoidischen oder kugeligen Gallertlagern, mit Hülle 4—5 μ, ohne Hülle 2—3 groß, blaßblaugrün. Hüllen ungeschichtet, farblos, nicht ineinander geschachtelt. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

36. **Chroococcus cumulatus** Bachm. (Fig. 85). — Zellen zu vielen in formlosen Gallertkolonien, in Vierer- oder Achtergruppen, ohne Hüllen, 5—7 μ groß, mit Pseudovakuolen. — In Grönland (freischwimmend?).

Gloeocapsa Kütz.

Zellen kugelig, zu 2 oder meist zu 4—32, manchmal zu mehreren in Kolonien, mit ineinander geschachtelten, blasig aufgetriebenen Hüllen. Kolonien einzeln oder zu vielen beisammen und weitausgedehnte Lager bildend; Hüllen geschichtet oder ungeschichtet. Zellteilungen meist regelmäßig abwechselnd nach 3 aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen, Zellen in größeren Kolonien

1) Gemeint ist die Spezialhülle der Zellen, nicht die gemeinsame Hülle des Lagers.

sekundär verschoben und unregelmäßig gelagert. Bei hoher Teilungsfrequenz stehen die späteren Teilungen nicht rechtwinklig, sondern schief auf die anfänglichen, die Zellen bilden meist keine distinkten Hüllen, sondern liegen dicht gedrängt auf einem Haufen innerhalb der Hülle der Mutterzelle und sind kleiner als die normalen vegetativen Zellen (Nannocyten). Bei einigen Arten abnorm große Zellen mit sehr fester Hülle (Dauerzellen).

Die Gattung unterscheidet sich von *Chroococcus* durch die blasenförmigen Hüllen. Doch gibt es *Chroococcus*-Arten, die sich *Gloeocapsa* nähern (siehe bei *Chroococcus*). Im Innern großer Lager werden die Hüllen in der Regel undeutlich und zerfließen zu einer fast einheitlichen Gallerte. Dadurch entsteht eine Ähnlichkeit mit *Aphanocapsa*. Von *Gloeothece* unterscheidet sich die Gattung durch die kugeligen Zellen, von *Entophysalis* durch die regellose Lagerung der Teilkolonien.

Die Systematik der Arten ist ebenso unklar wie bei *Chroococcus*. Zum Teil sind wohl viele Arten miteinander zu vereinigen, zum Teil sind vielleicht manche Arten nicht einheitlich[1]).

Die Ausbildung der Hüllen ist je nach der Teilungsfrequenz starken Schwankungen unterworfen. Außerdem verhalten sich peripher in großen Lagern liegende Zellen anders als im Innern liegende. Bei hoher Teilungsfrequenz werden die Zellen immer kleiner (bei *Gl. crepidinum* bis $^1/_3$ der gewöhnlichen Größe) und stellen Nannocyten dar. Dabei ist das gewöhnliche Teilungsschema (3 aufeinander senkrecht stehende Teilungsebenen) gestört, indem sich schiefe Wände einschalten (Fig. 95, 96). Zwischen der Nannocytenbildung und den vegetativen Teilungen gibt es alle Übergänge. Bei *Gl. crepidinum* ist die Nannocytenbildung mit starker Schleimproduktion verbunden; die Nannocyten liegen in gemeinsamer, amorpher Gallerte und bilden so ein *Aphanocapsa*-Stadium.

Weitaus die meisten Arten leben aërophytisch an feuchten Felsen und bilden hier auf große Strecken weitausgebreitete, schon von weitem durch ihre Färbung auffallende Lager. So verleiht *Gl. Alpina* Kalk- und Dolomitfelsen eine schwarzviolette Färbung. Die Lager sind im Unterschied zu *Aphanocapsa*, die ebenfalls häufig an Felsen leben, nicht weichschleimig und dick, sondern meist krustenförmig und krümelig. Das Aussehen ändert sich stark mit dem Wassergehalt. Häufig sind *Gloeocapsa*-Arten auch in Warmhäusern. Verhältnismäßig sehr wenige Formen leben submers.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Hüllen der Zellen farblos, oder nur teilweise blaßgelblich.
1. Hüllen geschichtet[2]).
A. Hüllen weit.
a) In Warmhäusern.
α) Zellen ohne Hülle 2,25—3,7 μ groß.
Gl. fenestralis 1.
β) Zellen ohne Hülle 3—8 μ groß.
Gl. caldariorum 2.

---

1) So ist es fraglich, ob wirklich alle Formen mit violetten Hüllen als *Gl. Alpina* zusammenzufassen sind.

2) Sind die Hüllen nur im Alter geschichtet, so siehe *Gl. gelatinosa*.

b) Nicht in Warmhäusern.
α) Hülle mit sehr vielen Schichten, an feuchten Felsen. **Gl. polydermatica** 3.
β) Hülle mit weniger vielen Schichten, in Thermen und Mineralquellen. **Gl. arenaria** 4.

B. Hüllen enger.
a) Lager mit Kalk inkrustiert. **Gl. calcarea** 5.
b) Lager nicht mit Kalk inkrustiert.
α) Zellen blaßblaugrün. **Gl. montana** 6.
β) Zellen blaßgoldgelb. **Gl. salina** 7.

2. Hüllen nicht oder undeutlich geschichtet[2]).
A. Teilkolonien aus wenigen Zellen (bis 8) bestehend.
a) Lager[1]) fleischfarben. **Gl. mellea** 8.
b) Lager ± grün.
α) Zellen ohne Hülle 3—5 μ groß. **Gl. granosa** 9.
β) Zellen ohne Hülle 2,5 μ groß. **Gl. gelatinosa** 10.

B. Teilkolonien meist aus mehr als 8 Zellen bestehend.
a) Zellen ohne Hülle 0,75—3 μ groß.
α) Lager schwärzlich oder graugrün, Zellen ohne Hülle 0,75—2,8 μ groß. **Gl. punctata** 11.
β) Lager blaugrün, Zellen ohne Hülle 2—3 μ groß **Gl. aeruginosa** 12.
b) Zellen ohne Hülle 3—6 μ groß.
α) Lager schmutzig olivengrün. **Gl. conglomerata** 13.
β) Lager schwarz. **Gl. atrata** 14.

II. Hüllen der Zellen, wenigstens teilweise[3]), gefärbt.
1. Hüllen gelb oder braun, nur teilweise[3]) farblos, nicht deutlich rotstichig[4]).
A. Hüllen geschichtet.
a) Hüllen dick, deutlich geschichtet. **Gl. rupestris** 15.
b) Hüllen dünn, undeutlicher geschichtet. **Gl. muralis** 16.

B. Hüllen nicht oder nur teilweise und undeutlich geschichtet.
a) Zellen ohne Hülle 9—15 μ groß. **Gl. gigas** 17.
b) Zellen ohne Hülle kleiner.
α) Am Rand von Salzwasser, Zellen 4—7 μ groß. **Gl. crepidinum** 18.
β) An feuchten Felsen u. dgl., Zellen höchstens 5 μ groß.
* Zellen ohne Hülle kleiner als 3 μ. **Gl. dermochroa** 19.
** Zellen ohne Hülle größer als 3 μ.
† Zellen ohne Hülle 3—3,5 μ groß, Hüllen goldgelb bis orange. **Gl. stegophila** 20.
†† Zellen ohne Hülle 3—5 μ groß, Hüllen gelb oder braun, nicht rotstichig. **Gl. Kuetzingiana** 21.

2. Hüllen rot, orangerot, rotbraun od. violett, nur teilweise[3]) farblos.

---

1) Wohl alle Arten können auch nicht lagerbildend auftreten. Die Bestimmung ist dann oft unmöglich.

2) Siehe Anm. 2, S. 85.

3) Häufig sind die äußersten Hüllen der Teilkolonien farblos; bei größeren Lagern sind meist die Hüllen der innersten Zellen farblos.

4) Sind die Hüllen deutlich r o t braun, so siehe *Gl. rupicola*, sind sie orange, *Gl. stegophila*.

A. Hüllen zinnober- oder purpurrot, orangerot oder bräunlichrot.
  a) Hüllen geschichtet.
    α) Äußerste Hülle weit abstehend. **Gl. Ralfsii** 22.
    β) Äußerste Hülle nicht sehr weit.
      * Lager krustenförmig, ± krümelig. **Gl. magma** 23.
      ** Lager schleimig. **Gl. thermalis** 24.
  b) Hüllen nicht geschichtet.
    α) Zellen rötlich, selten blaßviolett.
      * Zellen ohne Hülle 4—6 μ groß, Hüllen rötlichbraun. **Gl. rupicola** 25.
      ** Zellen ohne Hülle 1,5—2,5 μ groß, Hüllen blaßrosa. **Gl. purpurea** 26.
    β) Zellen ± blaugrün.
      * Hüllen blutrot.
        † Äußere Hülle weit. **Gl. sanguinea** 27.
        †† Äußere Hülle eng. **Gl. haematodes** 28.
      ** Hüllen orange. **Gl. Shuttleworthiana** 29.
      *** Hüllen rötlichbraun. **Gl. rupicola** 25.
B. Hüllen violett[1]). **Gl. Alpina** 30.

1. **Gloeocapsa fenestralis** Kütz. — Lager dünn, unregelmäßig ausgebreitet, schleimig, grün. Zellen mit Hülle 7—15 μ, ohne Hülle 2,25—3,7 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen farblos, dick, geschichtet; Schichten manchmal undeutlich. — An Fensterscheiben in Warmhäusern.
2. **Gloeocapsa caldariorum** Rabh. — Lager gallertig, ausgebreitet, gelblich. Zellen mit Hülle 19—39 μ, ohne Hülle 3—8 μ groß, blaugrün. Hüllen farblos, dick, deutlich geschichtet. — An feuchten Mauern, oft in Warmhäusern, auf feuchter Erde, zwischen Moosen.
3. **Gloeocapsa polydermatica** Kütz. (Fig. 86). — Lager gallertig, ± fest, schmutziggrün bis olivenbraun. Zellen ohne Hülle 3—4,5 μ groß, blaugrün. Hüllen farblos, dick, mit vielen, sehr deutlichen Schichten. — An feuchten Felsen.
4. **Gloeocapsa arenaria** (Hass.) Rabh. — Lager schleimig, olivenfarben. Zellen mit Hülle 6—17 μ, ohne Hülle 3,7—6 μ groß, blaugrün bis bräunlich. Hüllen farblos, dick, mit zerfließenden Schichten. — In Thermen und Mineralquellen.
5. **Gloeocapsa calcarea** Tilden. — Lager verkalkt, krustenförmig, hellgrau- bis hellblaugrün, 2—3 mm dick. Zellen 6—9 μ groß, blaugrün, mit dünnen, farblosen Hüllen. — Am Rand einer Quelle in Nordamerika.
6. **Gloeocapsa montana** Kütz. (Fig. 89). — Lager schleimig, gestaltlos, dick, blaßgelb bis grünlich. Zellen mit Hülle 4—10 μ, ohne Hülle 2—6 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen farblos, geschichtet. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen, an Brunneneinfassungen, an feuchten Mauern.
7. **Gloeocapsa salina** Hansg. (Fig. 97). — Lager schleimig-gallertig, oft weit ausgebreitet, ockergelb, seltener orange bis

1) Sind die Hüllen nur teilweise blaßblau, so siehe *Gl. atrata*.

bräunlichgelb. Zellen mit Hülle 6—10 μ, ohne Hülle 3—6 μ groß, blaßgoldgelb. Hüllen farblos, deutlich geschichtet. — Auf feuchtem, salzhaltigem Boden.

8. **Gloeocapsa mellea** Kütz. — Lager weich, krustenförmig, blaßfleischfarben bis gelblich. Zellen 2,5—5,5 μ groß, fleischfarben. Hüllen farblos, nicht geschichtet. — An feuchten Mauern und auf feuchter Erde.

Fig. 86—92. 86 *Gloeocapsa polydermatica* (nach West). 87 *Gl. aeruginosa* (nach Cooke). 88 *Gl. conglomerata* (nach Kützing). 89 *Gl. montana* (nach Kützing). 90 *Gl. atrata* (nach Cooke). 91 *Gl. Ralfsii* (nach Cooke). 92 *Gl. magma* (nach Lemmermann).

9. **Gloeocapsa granosa** (Berkeley) Kütz. (Fig. 96). — Lager schleimig-gallertig, ausgebreitet, schmutziggelb-, oliven- oder bräunlichgrün. Zellen mit Hülle 7—11 μ, ohne Hülle 3—5 μ

groß, blaßblaugrün. Hüllen farblos, nicht oder undeutlich geschichtet, ziemlich weit. — In Sümpfen und an Wänden in Warmhäusern.

10. **Gloeocapsa gelatinosa** Kütz. — Lager gallertig, blasig, olivenfarben oder grün. Zellen mit Hülle 6,2—10 μ, ohne Hülle ca. 2,5 μ groß, blaugrün. Hüllen im Alter geschichtet, farblos. — In Thermen und Mineralquellen.
    Ist vielleicht mit *Gl. arenaria* identisch.

11. **Gloeocapsa punctata** Näg. — Lager schleimig, schmutzigblaugrün bis grauschwärzlich. Zellen ohne Hülle 0,75—2,8 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen dick, farblos, nicht oder undeutlich geschichtet. — An feuchten Felsen.

12. **Gloeocapsa aeruginosa** (Carm.) Kütz. (Fig. 87). — Lager krustenförmig, krümelig oder schleimig, blaugrün bis graugrün. Zellen mit Hülle 4—8,8 μ, ohne Hülle 2—3 μ groß, blaugrün, zu vielen in den Teilkolonien. Hüllen farblos, ziemlich weit, nicht oder nur undeutlich geschichtet. — An feuchten Felsen.

13. **Gloeocapsa conglomerata** Kütz. (Fig. 88). — Lager gallertig, ausgebreitet, etwas krümelig, schmutzigolivengrün. Zellen mit Hülle 7—11 μ, ohne Hülle 3—6 μ dick, blaugrün oder bräunlich, oft zu mehreren ohne Hüllen in einer gemeinsamen Hülle (Nannocyten?). Hüllen farblos, nicht oder kaum geschichtet. — Auf feuchter Erde zwischen Moosen.

14. **Gloeocapsa atrata** (Turp.) Kütz. (Fig. 90). — Lager krustenförmig, schleimig, schwarz. Zellen mit Hülle 9—14,5 μ, ohne Hülle 3,5—5 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen dick, undeutlich geschichtet, farblos oder blaßblau. — An feuchten Felsen.

15. **Gloeocapsa rupestris** Kütz. — Lager krustenförmig, krümelig, schleimig, schwarzbraun. Zellen ohne Hülle 4—10 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen dick, deutlich geschichtet, gelb bis gelbbraun, äußere oft farblos. — An feuchten Felsen und an feuchten Mauern.

16. **Gloeocapsa muralis** Kütz. — Lager gallertig, dünn, weit ausgebreitet, schmutzigoliven- bis braungrün. Zellen mit Hülle 13—26 μ, ohne Hülle 5—8 μ groß, blaugrün. Hüllen farblos, gelb oder seltener braun, weit, undeutlich geschichtet. — An feuchten Mauern, besonders in Warmhäusern; an feuchten Felsen und in Gräben.

17. **Gloeocapsa gigas** W. et G. S. West. — Kolonien meist einzeln, 44—115 μ groß. Zellen ohne Hülle 9—15, meist 11 μ groß, blaugrün, meist zu mehreren ohne Hüllen in einer gemeinsamen, weiten, gelben oder braunen Hülle. — In einem Flusse auf der Insel St. Vincent.

18. **Gloeocapsa crepidinum** (Rabh.) Thur. (Fig. 95). — Lager gallertig, weich, olivenfarben bis braun. Zellen mit Hülle 5—8 μ, ohne Hülle 4—7 μ dick. Hüllen in den äußeren Teilen des Lagers bräunlichgelb, dünn, nicht geschichtet, in den inneren Teilen des Lagers farblos, dick, ± zusammenfließend. Zellen im Innern des Lagers meist zu mehreren in einer gemeinsamen Hülle, in regelmäßigen Vierer- oder Achtergruppen, blaugrün oder olivengrün. Nannocyten 2—3 μ groß. — Am Rand von salzigem Wasser, an Steinen u. dgl.

19. **Gloeocapsa dermochroa** Näg. (Fig. 93). — Lager krustenförmig, braun bis schwarzbraun, oft (in der Jugend) mikroskopisch klein und ± halbkugelig. Zellen mit Hülle 4,5—6 μ, ohne Hülle 1,5—3 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen gelb oder gelbbraun, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen, an altem Holz in meist trocken liegenden Bergbächen.
20. **Gloeocapsa stegophila** (Itzigs.) Rabh. — Lager krustenförmig, krümelig, braun bis schwärzlichbraun. Zellen mit Hülle 4,5—8 μ, ohne Hülle 3—3,5 μ groß, blaugrün. Hüllen gold- oder rotgelb, ungeschichtet. Dauerzellen mit dunkelrotbrauner Hülle. — Auf alten Schindel- und Strohdächern zwischen Moosen.

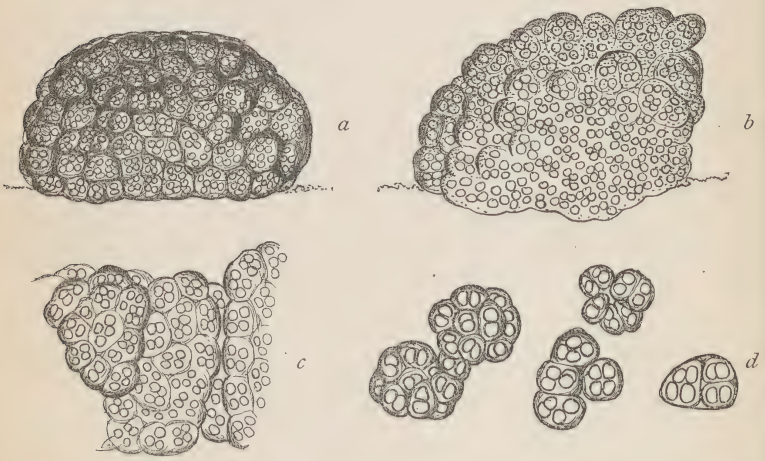


Fig. 93. *Gloeocapsa dermochroa.* *a* Lager von der Seite gesehen, Oberflächenbild; *b* Lager von der Seite gesehen, Oberflächenbild und optischer Durchschnitt kombiniert (zeigt das Zerfließen der Hüllen im Innern); *c* Teil eines Lagers von oben gesehen; *d* einzelne Zellgruppen (*a*—*c* ca. 500×, *d* 700×, Original).

21. **Gloeocapsa Kuetzingiana** Näg. — Lager krustenförmig, krümelig, weich, braun bis schwärzlichbraun. Zellen mit Hülle 4—7,5 μ, ohne Hülle 3—5 μ groß, blaugrün, Hüllen gelb oder gelbbraun, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen, Mühlenrädern, auf Schnee in den Bergen.
    Ist wohl mit *Gl. stegophila* identisch.
22. **Gloeocapsa Ralfsii** (Harv.) Lemm. (Fig. 91). — Lager gallertig, dunkel purpurbraun. Zellen mit Hülle 7—11 μ, ohne Hülle 4—7 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen purpurn, deutlich geschichtet[1]), äußerste Hälle weit abstehend. — An feuchten Felsen zwischen Moosen; auf Schnee in Spitzbergen.
23. **Gloeocapsa magma** (Bréb.) Kütz. (Fig. 92). — Lager krustenförmig, krümelig, kupferrot oder purpurbraun. Zellen mit Hülle 6—12 μ, ohne Hülle 4,5—7 μ groß, lebhaft blau-

1) In der Figur nicht sichtbar.

grün. Hüllen geschichtet, kupferrot, außen oft farblos. — An feuchten Felsen.

24. **Gloeocapsa thermalis** Lemm. — Lager schleimig, hyalin bis purpurbraun. Zellen mit Hülle 6—7,8 μ, ohne Hülle 1—2,6 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen geschichtet, farblos bis purpurbraun. — In Thermen, auch in heißen Schwefelquellen.

Vielleicht mit *Gl. magma* identisch.

25. **Gloeocapsa rupicola** Kütz. — Lager krustenförmig, krümelig, rotbraun bis fast schwarz. Zellen 4—6 μ groß, blaßblaugrün oder rötlich. Hüllen rotbraun, eng, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen zwischen Moosen.

26. **Gloeocapsa purpurea** Kütz. — Lager schleimig, dünn, blutrot oder rosa. Zellen ohne Hülle 1,5—2,5 μ groß, rosa, fleischfarben oder blaßblauviolett. Hüllen blaßrosa oder farblos, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen.

Fig. 94.
Gloeocapsa sanguinea
(610×, nach Wille).

27. **Gloeocapsa sanguinea** (Ag.) Kütz. (Fig. 94). — Lager gallertig oder krustenförmig, blaurot bis bräunlichschwarz. Zellen mit Hülle 7,5—13 μ groß, blaßblaugrün. Hüllen blutrot, äußere farblos. — An feuchten Felsen.

28. **Gloeocapsa haematodes** Kütz. — Lager meist klein, blutrot. Zellen mit Hülle 2—6 μ groß, blaugrün. Hüllen eng, blutrot oder rostrot, nicht geschichtet. — In Hochmooren.

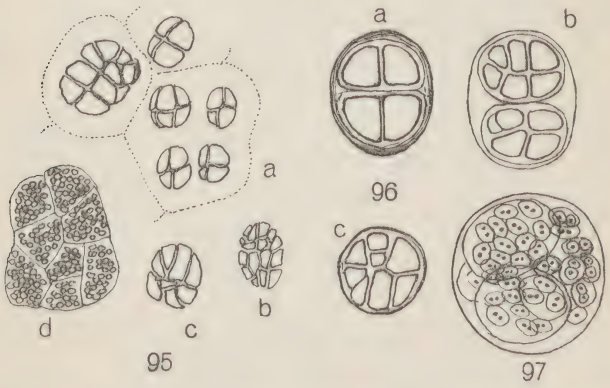


Fig. 95—97. 95 *Gloeocapsa crepidinum*. *a* normale Teilungen; *b*, *c* schiefe Teilungswände; *d* Nannocytenbildung (500×, nach Setchell und Gardner). 96 *Gl. granosa*. *a* normale 4zellige Teilkolonie; *b*, *c* Beginn der Nannocytenbildung (ca. 900×, Original). 97 *Gl. salina*. Schichten der Hüllen nicht eingezeichnet (200×, nach Hansgirg).

29. **Gloeocapsa Shuttleworthiana** Kütz. — Lager gallertig, fest, rotbraun. Zellen mit Hülle 7,5—13 μ groß, blaßblaugrün. Innere Hüllen orangerot, äußere orangegelb bis farblos, nicht geschichtet. — An feuchten Felsen.

30. **Gloeocapsa Alpina** Näg. em. Brand (Fig. 98). — Lager ± schleimig oder gallertig, krümelig, dunkelviolett bis schwarz oder grauviolett. Zellen ohne Hülle 2,5—8 μ, mit Hülle bis 40 μ groß, blaugrün. Hüllen meist nicht, selten sehr undeutlich geschichtet, manchmal rauh, eng oder die äußersten weitabstehend, die inneren blau-, rot- bis schwarzviolett, die äußeren blauviolett oder farblos. Dauerzellen ohne Hülle 11—20 μ groß, mit

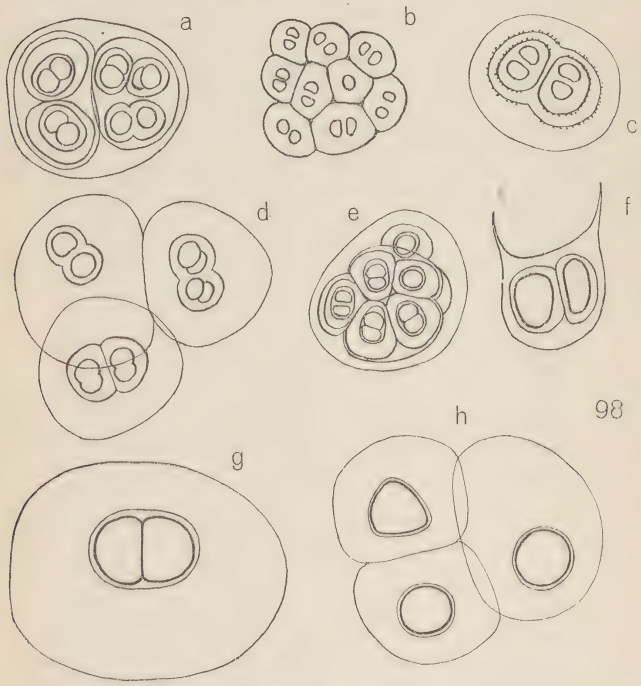


Fig. 98. *Gloeocapsa Alpina*. *a—e* verschiedene Größen und Hüllen der vegetativen Zellen; *f—h* Teilkolonien mit Dauerzellen, in *f* die eine Hälfte der Teilkolonie ausgeschlüpft, *g* zusammengesetzte Dauerzelle, *h* normale Dauerzellen. (Alle ca. 400×, Original.)

innerster, sehr dünner, dunkelrot- bis schwarzvioletter und dieser eng anliegender, etwas dickerer, stark lichtbrechend-gelblicher Hülle, meist noch in einer weiten, farblosen oder rotvioletten Hülle liegend. — An feuchten Felsen, feuchten Hölzern u. dgl.

Die Dauerzellen sind durch den Besitz der innersten Hülle meist vollkommen undurchsichtig. Wenn sich die Zellen kurz nach der Teilung in Dauerzellen umbilden, entstehen zusammengesetzte Dauerzellen (98 *g*).

Gloeothece Näg.

Zellen länglich, ellipsoidisch bis zylindrisch, gerade oder gebogen, an den Enden breit abgerundet, bei einer Art *(Gl. lunata)* halbmondförmig und an den Enden zugespitzt, zu vielen in gemeinsamer Gallerte eingebettet und zu formlosen Lagern vereinigt, mit deutlichen, blasigen Hüllen. Hüllen ineinander geschachtelt, geschichtet oder ungeschichtet. Oft mehrere hüllenlose Zellen dicht gedrängt in einer gemeinsamen Hülle. Teilung quer zur Längsachse, Tochterzellen sekundär nach allen Raumrichtungen verlagert, manchmal parallel liegend.

Gloeothece unterscheidet sich von *Gloeocapsa* durch die länglichen Zellen und die konstante Teilungsrichtung. Aufeinander senkrecht stehende Teilungsebenen kommen selten vor. — Die Grenzen gegen *Aphanothece* sind fließend. *Aphanothece muralis* nähert sich oft in der Ausbildung der Hüllen den typischen *Gloeothece*-Arten.

Die meisten Arten sind aërophytisch und leben an feuchten Mauern, auf feuchter Erde u. dgl. Im Plankton verschlagen findet man manchmal *Gl. linearis*. An den Wänden der Warmhäuser lebt *Gl. rupestris* var. *tepidariorum*.

Auffallend durch ihre abweichende Zellgestalt ist *Gl. lunata*.

Gl. monococca bedarf weiterer Untersuchung. Sie ist vielleicht keine Blaualge und besitzt vielleicht einen sternförmigen, zentralen Chromatophor mit Pyrenoid und einen Zellkern. Hansgirg stellt sie zu *Chroothece*, gibt aber keine näheren Angaben über den Zellinhalt.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Hülle stets ganz oder teilweise gefärbt.
  1. Hülle ± blau.
    A. Zellen[1]) 4—6 μ breit, Hülle amethystfarben. **Gl. monococca** 1.
    B. Zellen 8—12 μ breit, Hülle blaß blau. **Gl. Baileyana** 2.
  2. Hülle gelb oder braun.
    A. Zellen schmäler als 4 μ, Hüllen am Rand farblos. **Gl. magna** 3.
    B. Zellen breiter als 4 μ.
      a) Zellen 4,5 μ breit, bis 7 μ lang. **Gl. Heufleri** 4.
      b) Zellen 4—5,5 μ breit bis 11 μ lang. **Gl. fusco-lutea** 5.

II. Hüllen farblos oder nur selten zum Teil gelblich.
  1. Zellen halbmondförmig, an den Enden zugespitzt[2]). **Gl. lunata** 6.
  2. Zellen nicht halbmondförmig, an den Enden abgerundet.
    A. Zellen 9—10 μ breit. **Gl. rupestris** var. **maxima** 14.
    B. Zellen schmäler.
      a) Zellen 1—3 μ breit.
        α) Zellen 1—1,5 μ breit. **Gl. vibrio** 7.
        β) Zellen breiter.

1) Ohne Hülle!
2) Vgl. auch *Gl. linearis*.

* Zellen 10—18 μ lang. **Gl. linearis** 8.
** Zellen 5,5—7,5 μ lang. **Gl. confluens** 9.

b) Zellen 2,5—6 μ breit.
α) Zellen 2,5—4,5 μ breit.
* Lager festsitzend.
† Lager groß, ausgereitet, Zellen länglich zylindrisch, bis 3 mal so lang als breit. **Gl. palea** 10.
†† Lager klein, Zellen oval, bis 2 mal so lang als breit. **Gl. Samoënsis** 11.
** Lager freischwimmend. **Gl. distans** 12.
β) Zellen 4—6 μ breit.
* Zellen bis 10 μ lang.
† Zellen 4,5—5,5 μ breit, Lager weit ausgebreitet, häutig. **Gl. membranacea** 13.
†† Zellen 5—6 μ breit, Lager klein. **Gl. Samoënsis** var. **maior** 11.
** Zellen bis 15 μ lang. **Gl. rupestris** 14.

1. **Gloeothece monococca** (Kütz.) Rabh. — Lager gallertig, bläulichgrün. Zellen ellipsoidisch, blaugrün, mit Hülle 11 bis 12,5 μ, ohne Hülle 4—6 μ breit, 1—2 mal so lang. Hülle amethystfarben, dick, geschichtet. — Auf feuchter Erde, feuchten Mauern und Felsen.

var. *mellea* Kütz. unterscheidet sich nur durch die gelbe Farbe des Protoplasten und ist wohl mit der typischen Form identisch.

Fragliche Form, vielleicht gar keine Cyanophycee, sondern zu *Chroothece* gehörig.

2. **Gloeothece Baileyana** Schmidle. — Zellen mit Hülle 20 bis 34 μ lang, 16—24 μ breit, ohne Hülle 12—20 μ lang, 8—12 μ breit. Hülle ungeschichtet, anliegend, hellblau. Zellen einzeln oder zu 4—8 in einer weiten Hülle. — Zwischen *Desmidiaceen* in einem Steinbruch, Australien.

3. **Gloeothece magna** Wolle. — Lager groß, länglich, dünn, blaß gelblichgrün. Zellen 3—4 μ breit, bis 2 mal so lang. Hüllen am Rand farblos. — An Wasserpflanzen oder freischwimmend in Sümpfen, Nordamerika.

Die Farbe der Hüllen wird nicht angegeben. Vermutlich sind sie gelb gefärbt.

4. **Gloeothece Heufleri** Grun. — Lager unregelmäßig lappig oder ± kugelig, schmutziggrün. Zellen ellipsoidisch, 4,5 μ breit, 7 μ lang, blaugrün. Hüllen der inneren Zellen des Lagers ± zusammenfließend, farblos, die der äußeren deutlich, oft doppelt, gelb. — Zwischen Moosen.

5. **Gloeothece fusco-lutea** Näg. — Lager schleimig, weich, blaugrün bis braun. Zellen 4,5—5,5 μ breit, 1½—2½ mal so lang, blaugrün, mit gelbbraunen, dicken, geschichteten Hüllen. — An feuchten Felsen.

6. **Gloeothece lunata** W. et G. S. West (Fig. 99). — Zellen halbmondförmig, mit zugespitzten Enden, 2,5—2,7 μ breit, 4,8—5,7 μ lang, zu 2—4 in Kolonien. Hüllen farblos, dick. —

Zusammen mit *Gloeothece linearis* in einem Fluß auf St. Vincent, Westindien.

Vielleicht handelt es sich nur um degenerierte Zellen von *Gl. linearis*.

7. **Gloeothece vibrio** N. Carter. — Zellen 1—1,5 μ breit, 2—5 μ lang, zylindrisch oder gekrümmt, blaßblaugrün, einzeln oder zu 2—32 in Kolonien, mit homogenen, farblosen Hüllen. Kolonien 6—16 μ breit, 10—26 μ lang. — Neu-Kaledonien.

8. **Gloeothece linearis** Näg. (Fig. 101, 102). — Lager schleimig, schmutzig olivengrün oder fleischfarben. Zellen 0,8—2,5 μ breit, 10—18 μ lang, zylindrisch, gerade oder S- oder halbkreisförmig gekrümmt, blaßblaugrün. Hüllen farblos, weit, oft schwer sichtbar. — An feuchten Felsen, in Torfsümpfen, in Warmhäusern; gelegentlich ins Plankton verschlagen.

var. *composita* G. M. Smith (Fig. 103). — Zellen zu 2—8 in festen Hüllen. Zellen ohne Hülle 3—3,5 μ breit, 4—8 μ lang, mit Hülle 10—12 μ breit, 20—35 μ lang. — Im Plankton nordamerikanischer Seen.

9. **Gloeothece confluens** Näg. (Fig. 104). — Lager blaß fleischfarben oder seltener grünlich. Zellen kurz zylindrisch, blaß-

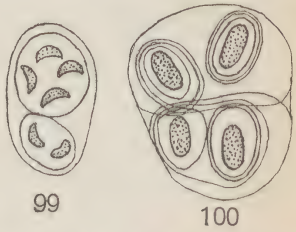


Fig. 99, 100.

99 *Gloeothece lunata* (nach W. und G. S. West).

100 *Gl. rupestris* var. *tepidariorum* (750×, nach Lemmermann).

blaugrün, ohne Hülle 1,6—3 μ breit, 5,5—7,5 μ lang, mit Hülle 9—10 μ breit, 12—16 μ lang. Hüllen weit, farblos. — An feuchten Felsen und Wänden, auf Erde zwischen Moosen.

10. **Gloeothece palea** (Kütz.) Rabh. — Lager schleimig-gallertig, schmutzig blaugrün. Zellen ohne Hülle 2,5—4,5 μ breit, 1½—3mal so lang, mit Hülle 8—12 μ breit, blaugrün oder fast farblos. Hülle farblos oder teilweise gelblich, nicht geschichtet. — Zwischen Moosen auf Erde, feuchten Felsen, in feuchten dunklen Grotten; auch auf Steinen am Rand warmer Quellen.

11. **Gloeothece Samoënsis** Wille (Fig. 105). — Zellen ellipsoidisch, 4—5 μ breit, 8 μ lang, gelblichgrau oder blaugrünviolett, zu rundlichen Kolonien vereinigt, die oft zu mehreren zusammenfließen. Hüllen farblos, kaum geschichtet. — An Felsen und Moosblättern, Samoa-Inseln.

Nach Wille erfolgt die Teilung zwar immer senkrecht auf die Längsachse, die Tochterzellen wachsen aber quer aus, so daß die nächste Teilungsebene immer senkrecht auf der ersten steht. Wahrscheinlich machen die Tochterzellen (wie auch bei anderen *Gl.*-Arten) eine Drehung durch.

var. *maior* Wille (Fig. 106). — Zellen 5—6 μ breit, 8—10 μ lang. — An Bäumen, Samoa-Inseln

12. **Gloeothece distans** Stiz. — Lager schleimig, blaß olivengrün. Zellen ellipsoidisch, ohne Hülle 2,5—4 μ, mit Hülle 6—10 μ breit. Hülle farblos. — Freischwimmend in stehenden Gewässern.

13. **Gloeothece membranacea** (Rabh.) Born. — Lager häutig, gallertig, *Nostoc*-artig, dunkel olivengrün. Zellen ellipsoidisch,

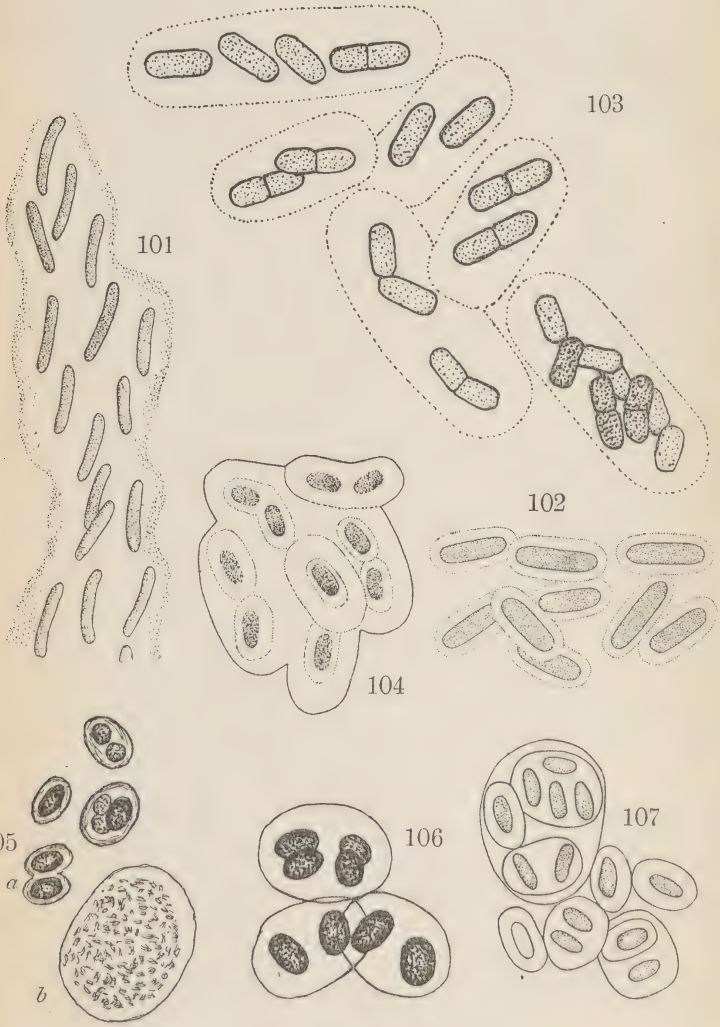


Fig. 101—107. 101 *Gloeothece linearis* (nach W. und G. S. West). 102 *Gl. linearis* (800×, nach Smith). 103 *Gl. linearis* var. *composita* (1000×, nach Smith). 104 *Gl. confluens* (nach West). 105 *Gl. Samoënsis*. *a* Einzelzellen, *b* Kolonie (*a* 610×, *b* 145×, nach Wille). 106 *Gl. Samoënsis* var. *maior* (610×, nach Wille). 107 *Gl. rupestris* (nach Cooke).

4,5—5,5 μ breit, 7,5—8,8 μ lang, lebhaft blaugrün. Hüllen farblos. — Auf feuchter Erde.

14. **Gloeothece rupestris** (Lyngb.) Born. (Fig. 107). — Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, ohne Hülle 4—5,5 μ breit, 1½ bis 3 mal so lang, mit Hülle 8—12 μ breit, blaugrün. Hüllen farblos, selten gelblichbraun. — An feuchten Felsen, auf feuchter Erde, auch in Warmhäusern.

var. *tepidariorum* (A. Br.) Hansg. (Fig. 100). — Lager weit ausgebreitet, schmutziggrün bis bräunlich. Zellen ohne Hülle 5—6 μ breit, 8—15 μ lang. Hüllen geschichtet oder ungeschichtet. — In Warmhäusern.

var. *maxima* W. West. — Zellen ohne Hülle 9—10 μ breit, 14—16 μ lang, mit Hülle 13—20 μ breit, 18—30 μ lang. — In einem See in England.

Gomphosphaeria Kütz.

Zellen ellipsoidisch, verkehrt eiförmig oder verkehrt kegelig, während der Teilung herzförmig, seltener fast kugelig, oft in Vierergruppen, mit oder seltener ohne Spezialhülle, in einer Schichte in gemeinsamer Gallerte zu hohlkugeligen, freischwimmenden Kolonien vereinigt, am Ende von radiär gestellten, verzweigten Gallertstielen sitzend. Zellteilung nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen. Außerdem Teilung der ganzen Kolonien.

Die Gallertstiele entstehen bei der Teilung aus den die Hüllen bildenden Membranen der Zellen. Je nachdem zwei oder vier Tochterzellen gebildet werden, klappt die Hülle am Scheitel der Zelle in zwei oder vier Teile auf, die an der Basis miteinander verbunden bleiben. Die Zellen rücken nach außen, so daß je eine an den Enden der Teile zu sitzen kommt, während die Reste der Hülle sich durch Verschleimung in die Gallertstiele umwandeln (Fig. 110). Die Stiele sind infolgedessen dicho- bis tetrachotom verzweigt und die Zahl der Verzweigungen entspricht der Zahl der Zellen einer Kolonie. Die Kolonien wachsen durch die Zellteilung in tangentialer, durch das Emporrücken der Zellen in radialer Richtung. Der Vorgang stellt ein vollkommenes Analogon zur Entwicklung der Kolonien von *Dictyosphaerium (Protococcacee)* dar[1]).

Der Teilungsrhythmus (Zellen in Vierergruppen) ist oft sehr deutlich ausgeprägt (Fig. 109).

Coelosphaerium ist von *Gomphosphaeria* durch das Fehlen der Gallertstiele verschieden. Wahrscheinlich ist die Abtrennung künstlich; es scheinen durch verschiedene Grade der Verschleimung alle Übergänge vorzukommen. — Praktisch ist es nicht immer leicht, die Stiele nachzuweisen. Man zerdrückt am besten die Kolonien unter dem Deckglas und färbt mit einem Schleimfarbstoff. — Die Stiele dürfen nicht mit den radiären Fibrillen, wie sie oft der Schleim von *Coelosphaerium* zeigt, verwechselt werden. — Manche *Coelosphaerium*-Arten bedürfen weiterer Untersuchung, da sie vielleicht zu *Gomphosphaeria* zu stellen sind.

1) Bei *Dictyosphaerium* werden aber ziemlich konstant vier Autosporen gebildet; bei *Gomphosphaeria* entstehen nur bei hoher Teilungsfrequenz vier Tochterzellen, bei niedriger zwei.

Die Formen leben planktonisch im freien Wasser, oft aber auch im Litoral oder in Teichen und Sümpfen zwischen anderen Algen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen 1,5—2,5 μ breit. **G. lacustris** 1.
II. Zellen (2—)4—13 μ breit. **G. aponina** 2.

1. **Gomphosphaeria lacustris** Chodat (Fig. 110, 114). — Kolonien kugelig oder ellipsoidisch, selten schwach nierenförmig, mit hyaliner Hülle. Zellen ellipsoidisch bis kugelig, mit deutlichen oder zerfließenden Spezialhüllen, locker gelagert, schmutzig bis lebhaft blaugrün oder rosa, auf dünnen, hyalinen Gallertstielen sitzend, 1,5—2,5 μ breit, 2—4 μ lang. — Planktonisch in stehenden Gewässern, auch zwischen anderen Algen.
var. *compacta* Lemm. — Zellen dicht gelagert, 1,5—2 μ breit, 4—6 μ lang. — Wie die typische Form.
Nach Stroem handelt es sich um eine gute Art.

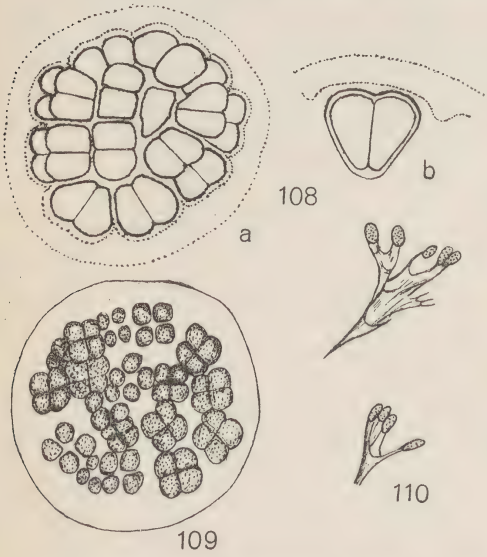


Fig. 108—110.

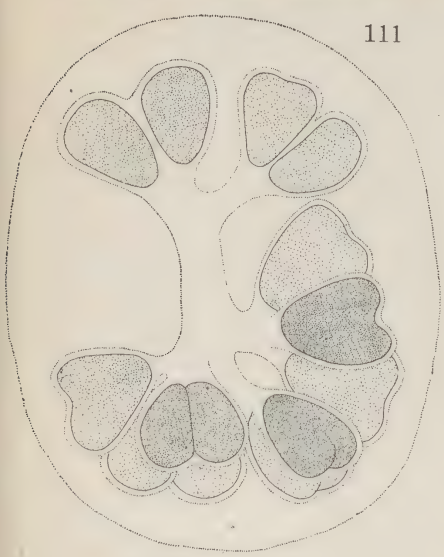
108 *Gomphosphaeria aponina*. *a* ganze Kolonie, Oberflächenbild, *b* Detail aus der Peripherie im optischen Durchschnitt (Original).

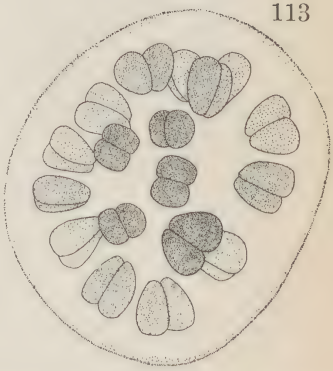
109 *G. aponina*, etwas gedrückte Kolonie (nach Reinsch).

110 *G. lacustris*. Detailbilder der Zellteilung und Stielbildung (nach Chodat).

2. **Gomphosphaeria aponina** Kütz. (Fig. 108, 109, 112, 113). — Kolonien kugelig oder ellipsoidisch, mit hyaliner Hülle. Zellen verkehrt eiförmig oder verkehrt kegelig, während der Teilung herzförmig, 4—7,5 μ breit, 8—15 μ lang, blaugrün bis dunkelolivengrün, manchmal gelb, mit meist deutlichen Spezialhüllen, am Ende verzweigter, hyaliner Gallertstiele sitzend. — Im Plankton oder zwischen anderen Algen in stehenden Gewässern, auch in Salzwasser.
var. *cordiformis* Wolle (Fig. 111). — Zellen 6—13 μ breit, 9—20 μ lang. — Wie die typische Form.
var. *limnetica* Virieux. — Zellen schlanker, 4—5 μ breit, 9—14 μ lang. Spezialhüllen undeutlich. — Wie die typische Form.

var. *delicatula* Virieux. — Zellen 2—4 μ breit, 7—10 μ lang, Spezialhüllen deutlich. — Wie die typische Form.





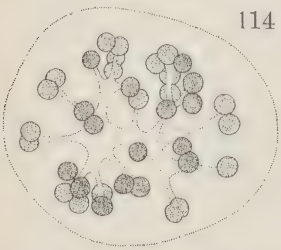


Fig. 111—114. 111 *Gomphosphaeria aponina* var. *cordiformis* (660×, nach Smith). 112 *G. aponina*, etwas gedrückte Kolonie (nach West). 113 *G. aponina* (660×, nach Smith). 114 *G. lacustris* (660×, nach Smith).

Coelosphaerium Näg. em. Elenkin et Hollerb.

Zellen kugelig, ellipsoidisch oder verkehrt eiförmig, während der Teilung manchmal etwas herzförmig, in einer Schichte[1]) in gemeinsamer Gallerte zu hohlkugeligen, freischwimmenden Kolonien vereinigt, nicht auf Gallertstielen sitzend, meist ohne oder mit undeutlichen Spezialhüllen. Gallerte häufig zart radiär gestreift. Zellteilung nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen. Außerdem Teilungen der ganzen Kolonien.

Der Aufbau der Kolonien erfolgt wohl in der gleichen Weise wie bei *Gomphosphaeria* (siehe S. 97), doch verschleimen die Hüllen so stark, daß es nicht zur Bildung distinkter Gallertstiele kommt. Die Feststellung, ob Stiele vorhanden sind oder fehlen,

1) Vgl. aber *C. anomalum*.

ist aber oft so subjektiv, daß sich nach genauer Untersuchung vielleicht eine Vereinigung oder doch eine andere Abgrenzung der beiden Gattungen ergeben würden. *Gomphosphaeria lacustris*, die Elenkin und Hollerbach mit *Coelosphaerium* vereinigen, ist jedenfalls eine typische *Gomphosphaeria*.

Die Arten leben wie *Gomphosphaeria* planktonisch, kommen aber häufig auch zwischen anderen Algen und auf Schlamm vor.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen deutlich (2—3mal) länger als breit.
  1. Ohne Pseudovakuolen.
    A. Zellen locker gelagert, 1 μ breit, 2—3 μ lang. **C. pallidum** 1.
    B. Zellen dicht gelagert, 2 μ breit bis 6 μ lang. **C. holopediforme** 2.
  2. Mit Pseudovakuolen. **C. Naegelianum** 3.

II. Zellen kugelig oder breit ellipsoidisch[1]).
  1. Zellen in einer gleichmäßigen peripheren Schichte angeordnet.
    A. Zellen ohne Pseudovakuolen.
      a) Kolonialhülle ziemlich dünn.
        α) Zellen dicht gedrängt, 1,8—2,4 μ dick. **C. confertum** 4.
        β) Zellen loser gelagert.
          * Zellen kleiner als 4 μ.
            † Zellen 1 μ groß. **C. minutissimum** 5.
            †† Zellen 2,2—4 μ groß.
              X Zellen blaugrün. **C. Kuetzingianum** 6.
              XX Zellen rötlich oder braun. **C. roseum** 7.
          ** Zellen 4—10 μ groß.
            † Spezialhüllen deutlich. **C. halophilum** 8.
            †† Spezialhüllen fehlend. **C. Goetzei** 9.
      b) Kolonialhülle 4—5 μ dick. **C. aerugineum** 10.
    B. Zellen mit Pseudovakuolen.
      a) Zellen 1,3—1,5 μ groß. **C. natans** 11.
      b) Zellen 5—6 μ groß. **C. dubium** 12.
  2. Zellen teilweise näher, teilweise ferner vom Zentrum der Kolonie. **C. anomalum** 13.

1. **Coelosphaerium pallidum** Lemm. — Kolonien kugelig, 64 bis 183 μ groß, mit fester, 7 μ dicker, farbloser Gallerthülle. Zellen unregelmäßig verteilt, länglich, 1 μ breit, 2—3 μ lang, blaßblaugrün. — In stehenden Gewässern.
2. **Coelosphaerium holopediforme** Schmidle. — Kolonien von unregelmäßigem Umriß, nie kugelig, bis 80 μ groß mit undeutlicher, zarter Hülle. Zellen dicht gedrängt, polygonal abgeplattet, ca. 2 μ breit, bis 6 μ lang, ellipsoidisch bis zylindrisch, am inneren Ende verjüngt, am äußeren breit abgerundet. — In einem Sumpf in Württemberg.
   Die Art steht vielleicht *C. confertum* nahe.

1) Knapp nach der Teilung sind die Tochterzellen manchmal langellipsoidisch.

3. **Coelosphaerium Naegelianum Unger.** (= *Gomphosphaeria Naegeliana* Lemm.) (Fig. 115). — Kolonien kugelig, ellipsoidisch, nierenförmig oder unregelmäßig, 50—180 μ groß, mit weiter, manchmal radial gestreifter farbloser Gallerthülle. Zellen verkehrt eiförmig oder ellipsoidisch, dicht gedrängt, mit Pseudovakuolen, 1,5—5 μ breit, 3,5—7 μ lang. — Planktonisch in stehenden Gewässern, oft Wasserblüten bildend.

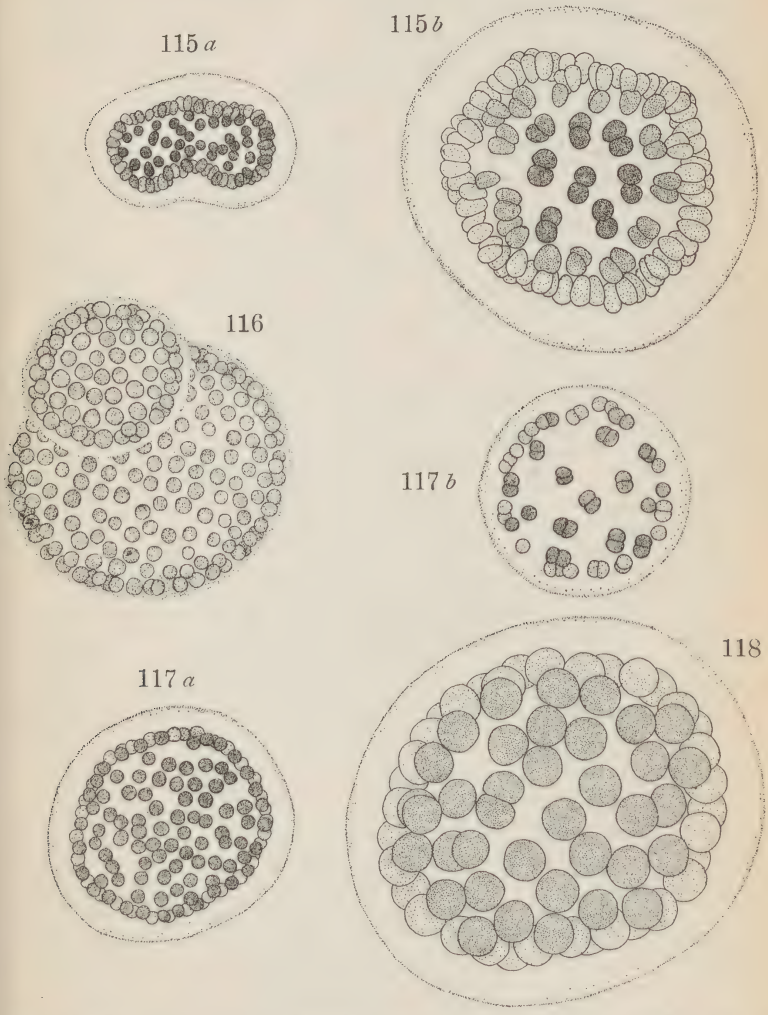


Fig. 115—118. 115 *Coelosphaerium Naegelianum*. 116, 117 *C. Kuetzingianum*. 118 *C. dubium* (alle 660×, 116 nach West, die übrigen nach Smith).

Die Gallerthülle wird oft viel breiter als sie in der Fig. dargestellt ist.

4. **Coelosphaerium confertum** W. et G. S. West. — Kolonien kugelig, 125 μ groß, mit dünner, farbloser Gallerthülle. Zellen fast kugelig, etwas polygonal abgeplattet, meist in Vierergruppen, dicht gedrängt, 1,5—2,5 μ groß, lebhaft blaugrün. — Im Mwangdan River, Afrika.

5. **Coelosphaerium minutissimum** Lemm. — Kolonien kugelig oder oval, 20—30 μ groß, mit dünner, farbloser Gallerthülle. Zellen kugelig, ca. 1 μ groß, blaßblaugrün. — Im Plankton stehender, auch salzhaltiger und verschmutzter Gewässer.

6. **Coelosphaerium Kuetzingianum** Näg. (Fig. 116, 117). — Kolonien kugelig oder fast kugelig, mit dünner Gallerthülle, 20—90 μ groß. Zellen kugelig oder fast kugelig, 2,25—4 μ groß, blaß oder lebhaft blaugrün, ziemlich dicht oder lose gelagert.

   In Sümpfen, Hochmooren, Heidetümpeln, im Plankton von Seen und Teichen.

7. **Coelosphaerium roseum** Snow. — Kolonien mit dünner, farbloser Gallerthülle mit radiären Fibrillen. Zellen kugelig, 3,25—4 μ groß, rötlich oder braun, ± genähert. — Planktonisch im Eriesee, Nordamerika.

   Lemmermann gibt Gallertstiele an, nach Elenkin und Hollerbach handelt es sich nur um fibrilläre Streifung des Schleims. Weitere Untersuchungen sind notwendig.

8. **Coelosphaerium halophilum** (Lemm.) Geitler (= *Coelosphaeriopsis halophila* Lemm). — Kolonien kugelig, gallertig, 30—500 μ groß, zu mehreren zusammenhängend. Zellen kugelig oder länglich, 6 μ breit, 6—9 μ lang, mit Spezialhüllen oder zu mehreren in einer Hülle, blaugrün. — In einer Lagune auf der Insel Laysan im Pazifischen Ozean.

9. **Coelosphaerium Goetzei** Schmidle. — Kolonien kugelig, wenigzellig, 22—64 μ groß, mit fester, farbloser, außen höckeriger Gallerthülle. Zellen zerstreut, kugelig, 4—10 μ groß. — In Sümpfen in Afrika.

10. **Coelosphaerium aerugineum** Lemm. — Kolonien kugelig oder ellipsoidisch, 143—153 μ groß, mit fester, 4—5 μ dicker, undeutlich geschichteter, farbloser Gallerthülle. Zellen unregelmäßig angeordnet, kugelig, 3—4 μ dick, blaßblaugrün. — Im Plankton stehender Gewässer.

11. **Coelosphaerium natans** Lemm. — Kolonien kugelig, mit Gallerthülle. Zellen kugelig, 1,3—1,5 μ groß, mit Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

12. **Coelosphaerium dubium** Grun. (Fig. 118). — Kolonien kugelig und bis 150 μ groß oder unregelmäßig gestaltet, oft 3—4 Kolonien in einer gemeinsamen bis 300 μ großen Gallerthülle beisammen. Gallerthülle fest, farblos, nicht geschichtet, 2—3 oder bis 8 μ dick. Zellen kugelig, dicht gelagert, mit Pseudovakuolen, 5—7 μ groß. — Planktonisch in stehenden, auch salzhaltigen und verschmutzten Gewässern.

13. **Coelosphaerium anomalum** (Bennett) de Toni et Levi. — Kolonien kugelig, 110—120 μ groß, mit deutlicher, schleimiger, farbloser Gallerthülle. Zellen kugelig, an der Peripherie der Kolonie 6—10 μ groß und lose gelagert, die dem Zentrum

näher liegenden kleiner und dichter gelagert, blaß blaugrün. — In Sümpfen und Teichen.

Die Art weicht von den anderen Arten durch die Anordnung der Zellen ab. Weitere Untersuchungen sind notwendig.

Cyanodictyon Pascher

Zellen kugelig, zu netzförmigen, kugeligen, ellipsoidischen oder flachen Kolonien vereinigt. Maschen des Netzes aus einer einfachen Reihe von Zellen gebildet. Teilung nach einer Raumrichtung.

Die Morphologie der Gattung ist wenig bekannt. — *C. reticulatum* lebt planktonisch, *C. endophyticum* in der Gallerte planktonischer *Anabaena*-Arten. Letztere Form scheint mit den Dauerzellen der Wirtspflanze verbreitet zu werden und so die Infektion der jungen *Anabaena*-Pflanzen zu vollziehen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen in den Maschen sehr eng und regelmäßig in einer Reihe gelagert, meist 0,5—1 μ groß. **C. endophyticum** 1.
II. Zellen in den Maschen lose und oft unregelmäßig gelagert, 1—1,5 μ groß. **C. reticulatum** 2.

1. **Cyanodictyon endophyticum** Pascher (Fig. 119). — Kolonien klein, netzförmig, flach, in der Jugend eben, später körperlich. Maschen aus einfachen Reihen regelmäßig und dicht gelagerter Zellen bestehend. Zellen 0,5—1, selten bis 1½ μ groß, blaugrün. — In der Gallerte planktonischer *Anabaena*-Arten.

119

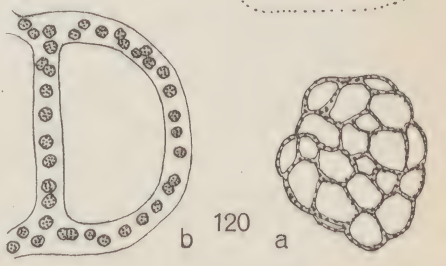


Fig. 119, 120.

119 *Cyanodictyon endophyticum.* *a* junge Netze, *b* altes Netz, *c* Netze in der Gallerte von *Anabaena* (nach Pascher).

120 *C. reticulatum.* *a* Habitusbild, *b* Detailbild (*a* 100×, *b* 750×, nach Lemmermann).

2. **Cyanodictyon reticulatum** (Lemm.) Geitler (= *Coelosphaerium reticulatum* Lemm., = *Sphaerodictyon reticulatum* [Lemm.] Geitler) (Fig. 120). — Kolonien kugelig oder länglich, zuweilen etwas eckig, mit dünner Gallerthülle, anfangs geschlossen,

später netzförmig. Maschen 7—34 μ weit, aus einer Reihe loser und oft unregelmäßig gelagerter Zellen bestehend. Zellen 1—1,5 μ groß, blaß blaugrün. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

Vielleicht würde es sich empfehlen die Form als eigene Gattung (*Sphaerodictyon*) zu bezeichnen.

Eucapsis Clements et Shantz

Zellen kugelig, durch regelmäßig abwechselnde Teilungen nach drei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen in geraden Reihen angeordnet und zu Würfeln oder Quadern vereinigt, manchmal in Vierergruppen, ohne deutliche Spezialhüllen, in gemeinsamer Gallerte liegend. Kolonien freischwimmend.

Die typische Form ist *Eu. Alpina* mit viereckigem Umriß der Kolonien. Bei *Eu. minuta* sind nur kleinere Zellgruppen würfelig, die aus ihnen zusammengesetzten großen Kolonien zeigen ± unregelmäßige Umrisse.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen bis 7 μ groß. **Eu. Alpina** 1.
II. Zellen bis 1,5 μ groß. **Eu. minuta** 2.

1. **Eucapsis Alpina** Cl. et Shantz (Fig. 121). — Kolonien 30 bis 80 μ groß, meist aus 32—128 Zellen bestehend, würfelig oder

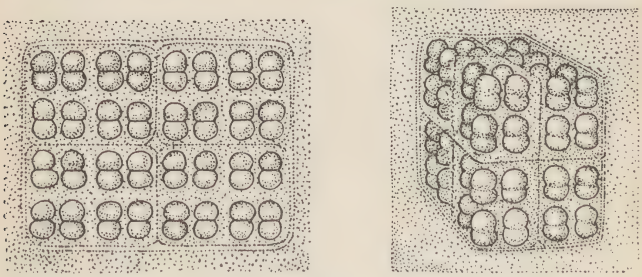
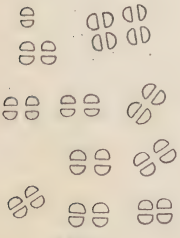


Fig. 121. *Eucapsis Alpina* (nach Shantz).

122 *a*

quaderförmig, freischwimmend, mit farbloser Gallerthülle. Zellen kugelig, 5—7 μ groß, blaugrün. — In stehendem Wasser in Colorado und in Westirland.



122 *b*

Fig. 122. *Eucapsis minuta* (*a* ca. 4000×, *b* 1800×, nach Fritsch).

2. **Eucapsis minuta** Fritsch (Fig. 122). — Kolonien oft unregelmäßig, aber aus regelmäßig würfeligen Teilkolonien von 8—32—128 oder seltener mehr Zellen zusammengesetzt, freischwimmend, mit dicker, hyaliner Gallerthülle. Zellen ku-

gelig, zu zwei oder vier beisammen, meist blaß, seltener lebhaft blaugrün gefärbt, in jungen Kolonien dicht, in alten lose gelagert, 1—1,5 μ groß. — In Eiswasser, Antarktis.

Merismopedia Meyen

Kolonien tafelförmig, durch regelmäßig abwechselnde Teilungen nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen gebildet, in der Jugend eben und quadratisch oder rechteckig, im Alter manchmal gefaltet und mit einspringenden rechten Winkeln, immer aus einer einzigen Zellage bestehend, freischwimmend. Zellen kugelig oder länglich (im letzteren Fall die lange Achse senkrecht auf die Ebene der Kolonie stehend), oft in Vierergruppen, mit oder ohne Spezialhüllen, in gemeinsamer Gallerte.

Viele Arten zeigen sehr deutlich den Rhythmus zwischen Teilung und Wachstum (vgl. Fig. 19, S. 14). *M. convoluta* besitzt deutlich zylindrische, senkrecht auf die Oberfläche der Kolonie orientierte Zellen und nähert sich dadurch der Gattung *Holopedia*. Von dieser Gattung wie von *Coccopedia* unterscheidet sich *M.* durch die regelmäßige Anordnung der Zellen in Längs- und Querreihen. — Die Ausbildung der Spezialhüllen schwankt stark und hängt von der Teilungsfrequenz ab.

Die Arten leben zwischen anderen Algen in Tümpeln, Teichen u. dgl. oder gelegentlich im Plankton stehender Gewässer. *M. convoluta* findet man auch auf langsam überrieseltem Schlickboden. *M. glauca* f. *rosea* kommt im Moosgürtel in der Tiefe von Alpenseen vor und ist dann rosa gefärbt. *M. minima* lebt an feuchten Felsen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen ohne Pseudovakuolen.

1. Kolonien groß, blattartig, gefaltet, unregelmäßig, Zellen im Querschnitt der Kolonien bis 2 mal so lang als breit, 4—5 μ breit[1]). **M. convoluta** 1.

2. Kolonien regelmäßig viereckig-tafelförmig, Zellen kugelig oder fast kugelig[2]).

A. Zellen blaß blaugrün oder blaßgrau-olivengrün, seltener rot.

a) Zellen kleiner als 2 μ.

α) Zellen 0,5—0,8 μ groß. **M. minima** 2.

β) Zellen 1,3—2 μ groß. **M. tenuissima** 3.

b) Zellen größer als 2 μ.

α) Zellen 2,5—3,5 μ groß.

* Zellen blaugrün, Hülle nicht knorpelig. **M. punctata** 4.

** Zellen purpurn bis violett, Hülle knorpelig. **M. chondroidea** 5.

β) Zellen 3—6 μ groß oder größer. **M. glauca** 6.

---

1) Sind die Zellen 5—6 μ breit, so vgl. *M. elegans*.

2) Nur kurz nach der Teilung können die Zellen fast zylindrisch werden.

B. Zellen lebhaft blaugrün.
a) Zellen 2,5—3 μ groß. **M. thermalis** 7.
b) Zellen größer.
α) Zellen 5—9 μ groß. **M. elegans** 8.
β) Zellen 10—17 μ groß. **M. maior** 9.

II. Zellen mit Pseudovakuolen.
1. Zellen 1,3—2 μ groß. **M. Marssonii** 10.
2. Zellen 2—3 μ groß. **M. Trolleri** 11.

1. **Merismopedia convoluta** Bréb. — Zellen 4—5 μ breit, Längsachse bis 8,5 μ lang, blaß- oder lebhaft blaugrün, olivengrün oder gelblich, zu 1—4 mm großen, blattartigen, oft gefalteten Kolonien vereinigt. — In stehenden Gewässern zwischen anderen Algen, auch in sehr langsam strömendem Wasser auf Schlickboden, makroskopisch sichtbare blaugrüne Wolken bildend.

f. *minor* Wille. — Zellen 2—3 μ breit. — In einer Quelle, Pamir.

2. **Merismopedia minima** Beck. — Zellen einander genähert, blaßblaugrün, 0,5—0,6 μ groß, zu vielen in kleinen Kolonien. — An feuchten, überrieselten Felsen; auch in stehendem Wasser, an der Oberfläche schwimmend.

Die Art ist ungenau beschrieben.

3. **Merismopedia tenuissima** Lemm. (Fig. 123). — Kolonien meist 16—100zellig. Zellen dicht gedrängt, 1,3—2 μ groß, blaßblaugrün, mit deutlichen oder zerfließenden Spezialhüllen. — In stehenden Gewässern zwischen Algen, gelegentlich auch im Plankton.

Die Art sieht sehr verschieden aus, je nachdem die Gallerthüllen erhalten bleiben oder zerfließen.

4. **Merismopedia punctata** Meyen (Fig. 124). — Kolonien klein. Zellen lose gelagert, 2,5—3,5 μ groß, blaß blaugrün. — In stehenden Gewässern zwischen anderen Algen, auf schlammigem Boden in Felsenquellen makroskopisch sichtbare blaugrüne Überzüge bildend, gelegentlich auch im Plankton.

5. **Merismopedia chondroidea** Wittr. — Kolonien klein, 4- bis 8-, seltener bis 16-zellig, in kleinen Kügelchen an der Wasseroberfläche schwimmend, violett. Zellen mit knorpeliger, dicker Hülle, 2,4—2,6 μ groß, purpurviolett. — In einer Quelle in Schweden.

Die Art ist vielleicht gar nicht zu *M.* gehörig.

6. **Merismopedia glauca** (Ehrenb.) Näg. (Fig. 125). — Kolonien meist klein, bis 16zellig. Zellen dicht gelagert, 3—6 μ groß, blaßblaugrün. — In stehendem Wasser zwischen anderen Algen, gelegentlich auch im Plankton.

f. *rosea* Geitler. — Zellen rosa. — Im *Fontinalis*gürtel des Lunzer Untersees in 8—12 m Tiefe. — Es ist fraglich, ob es sich bloß um chromatische Adaptation oder um eine erblich fixierte Eigenschaft handelt.

f. *insignis* (Schkorb.) Geitler. = (*M. insignis* Schkorb.). — Zellen bis 2,2 μ voneinander entfernt. — In Donjez, Ukraine.

7. **Merismopedia thermalis** Kütz. — Kolonien 30—104 μ groß, meist 8—64zellig, am Rand manchmal eingebuchtet. Zellen 2,5—3 μ groß, lebhaft blaugrün, ziemlich dicht oder lose gelagert. — In stehenden Gewässern zwischen anderen Algen, auch in warmen Quellen.
8. **Merismopedia elegans** A. Br. (Fig. 126). — Kolonien klein oder groß, 16—4000zellig. Zellen ± dicht gedrängt, 5—7 μ breit, 5—9 μ lang, lebhaft blaugrün. — Zwischen anderen Algen in stehenden Gewässern, gelegentlich auch im Plankton.

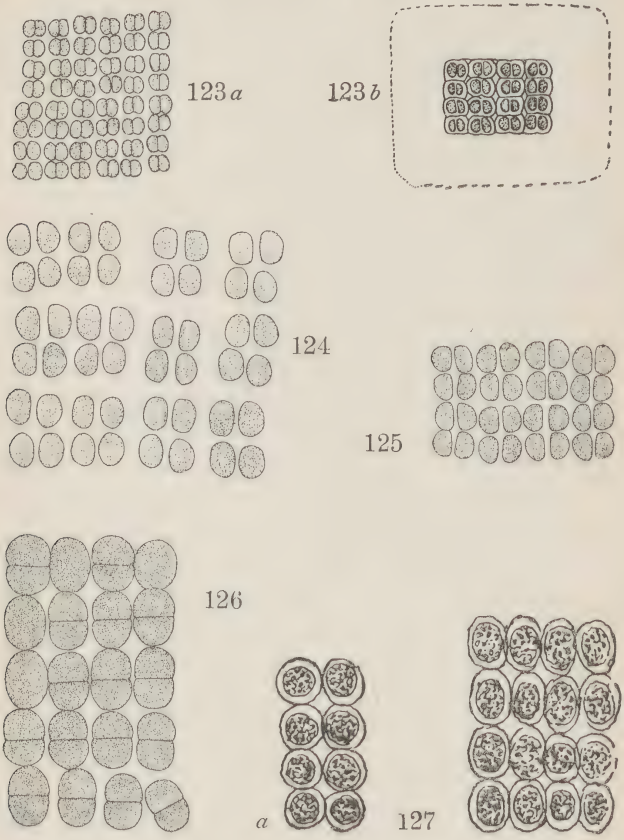


Fig. 123—127. 123 *Merismopedia tenuissima*. *a* ohne, *b* mit Spezialhüllen. 124 *M. punctata*. 125 *M. glauca*. 126 *M. elegans*. 127 *M. Trolleri* (123*a*, 124—126 800×, nach Smith; 123*b* 750×, nach Lemmermann; 127 nach Bachmann). Außer bei 123*b* ist die Kolonialhülle nicht eingezeichnet.

9. **Merismopedia maior** (G. M. Smith) Geitler (= *M. elegans* var. *maior* G. M. Smith) (Fig. 128). — Kolonien meist wenigzellig. Zellen ± dicht gedrängt, 10—12, seltener bis 17 μ groß, lebhaft blaugrün. — Planktonisch in nordamerikanischen

Seen, zwischen anderen Algen im Lunzer Obersee (Nied.-Österr.) und in einem Holsteinischen See.

Die Art ist von drei Standorten bekannt. Smith fand die Form planktonisch in den Seen von Wisconsin und beschrieb sie als Varietät von *M. elegans*. Ich fand eine ganz ähnliche Form, deren Zellen jedoch manchmal bis 17 μ groß waren, im Litoral eines Gebirgssees. Koppe erwähnt die Form als „Riesenform von *M. glauca*" aus einem Holsteinischen See. Es handelt sich wohl um eine einzige, gute Art.

10. **Merismopedia Marssonii** Lemm. — Zellen 1,3—2 μ groß, dicht gedrängt, mit Pseudovakuolen. — Planktonisch in stehenden Gewässern.
11. **Merismopedia Trolleri** Bachm. (Fig. 127). — Kolonien meist 8-, seltener 16zellig. Zellen 2—3 μ groß, mit dicken Spezialhüllen, mit Pseudovakuolen. — Am Ufer des St. Moritzer Sees (Schweiz) schmutzigviolette Watten bildend.

Coccopedia Troitzk.

Zellen kugelig, zu flachen, tafelförmigen, freischwimmenden Kolonien vereinigt, unregelmäßig (nicht in Längs- und Querreihen) angeordnet, in gemeinsamer Gallerte. Zellteilung nach zwei Raumrichtungen.

Die Gattung unterscheidet sich von *Merismopedia* durch die unregelmäßige Anordnung der Zellen, von *Holopedia* durch die kugelige Gestalt der Zellen.

Einzige Art:

Coccopedia limnetica Troitzk. — Kolonien tafelförmig, bis 250 μ groß. Zellen dicht oder lose gelagert, unregelmäßig verteilt, 1,5—2 μ groß, blaßblaugrün. — In einem Sumpf bei St. Petersburg.

Holopedia Lagerh.

Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, an den Enden abgerundet, ohne Spezialhüllen (immer?), in gemeinsamer Gallerte liegend, zu tafelförmigen Kolonien von ± unregelmäßigem Umriß vereinigt. Längsachse der Zellen senkrecht auf der Oberfläche der Kolonien stehend. Teilungen nach zwei Raumrichtungen, parallel zur Längsachse.

Der Unterschied gegenüber *Merismopedia* ist nur ein gradueller. Während die Zellen bei *Merismopedia* entsprechend den Teilungsrichtungen lange liegen bleiben und manchmal erst im Alter etwas unregelmäßig verlagert werden, nehmen die Zellen von *Holopedia* sehr bald eine unregelmäßige Orientierung an. Die Teilungsebenen scheinen bei allen Arten senkrecht aufeinander zu stehen.

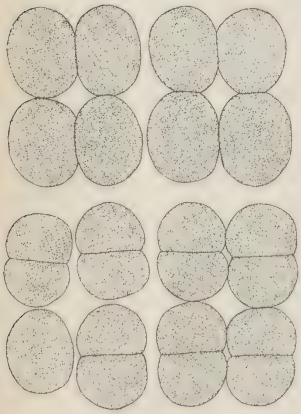
Bei der Teilung zeigen die Zellen oft in der Seitenansicht am Äquator eine leichte Einschnürung (Fig. 129c), wodurch biskuitförmige Gestalten entstehen. Die ruhende Zelle ist immer zylindrisch oder ellipsoidisch.

H. Dieteli und *H. geminata* unterscheiden sich nur durch die dichtere und losere Lagerung der Zellen und sind wahrscheinlich miteinander identisch.

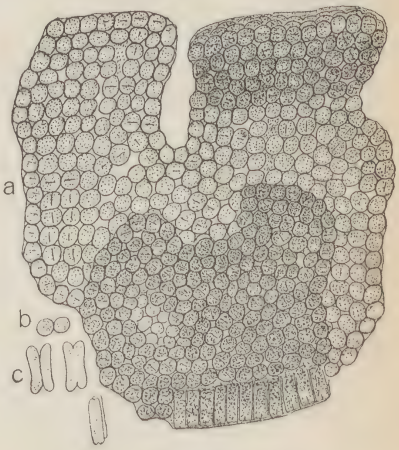
Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen 2—3 μ breit. **H. irregularis** 1.
II. Zellen 6—7 μ breit.
1. Zellen dicht gedrängt. **H. Dieteli** 2.
2. Zellen weniger dicht gelagert. **H. geminata** 3.

1. **Holopedia irregularis** Lagerh. — Kolonien groß, blattförmig, gefaltet. Zellen dicht oder ± lose gelagert, 2—3 μ breit. länglich, blaßblaugrün. — In Aquarien.
2. **Holopedia Dieteli** (Richt.) Mig. (Fig. 129). — Kolonien 1 bis 3 mm groß, blattförmig, gefaltet. Zellen zylindrisch, dicht gedrängt, etwas polygonal abgeplattet, 6—7 μ breit, 14 μ lang, blaugrün. — In stehenden Gewässern.
3. **Holopedia geminata** Lagerh. — Zellen zylindrisch, 6 μ breit, 12 μ lang, dicht gedrängt, aber nicht polygonal abgeplattet und nicht zu einem scheinbaren Parenchym vereinigt, blaugrün. — In stehenden Gewässern.
Ist wahrscheinlich mit *H. Dieteli* identisch.



128



129

Fig. 128. *Merismopedia maior* (800×, nach Smith).

Fig. 129. *Holopedia Dieteli*. *a* Kolonie, *b* zwei Zellen von oben gesehen, *c* Zellen von der Seite gesehen, in Teilung (400×, nach Richter).

Synechocystis Sauv.

Zellen kugelig, einzeln, nur nach der Teilung zu zweien beisammen, ohne sichtbare Gallerthülle. Teilung nach einer (?) Raumrichtung.

Wahrscheinlich findet Bildung einer sehr zarten amorphen Gallerte statt. — Die Gattung unterscheidet sich von *Synechococcus* nur durch die kugelige Gestalt der Zellen.

Einzige Art:

Synechocystis aquatilis Sauv. (Fig. 130). — Zellen 5—6 μ groß, blaßblaugrün. — Im warmen Wasser eines Baches in Algier, auch in Salzsümpfen, blaugrüne Anflüge bildend.

Synechococcus Näg.

Zellen gerade, ellipsoidisch bis zylindrisch, an den Enden abgerundet, einzeln oder zu zwei, seltener zu vier aneinanderhängend, ohne oder mit sehr dünner Gallerthülle. Teilung senkrecht auf die Längsachse. Zellen manchmal aktiv beweglich (Planococcen-Stadium).

Die Gattung unterscheidet sich von *Dactylococcopsis* durch die abgerundeten Enden der Zellen. — Manche Arten zeigen, wenn man sie in Wasser überträgt, eine langsame, unregelmäßige Bewegung, die bei den kleineren Formen oft schwer von der Brown'schen Molekularbewegung zu unterscheiden ist. — *S. elongatus* (und vielleicht auch andere Arten) bildet bei steigender Nährstoffkonzentration Involutionsformen. Die Zellen schwellen an, krümmen sich und werden an den Enden spitzig (Fig. 131 b, c).

130

132 *a*

132 *b*

131

Fig. 130, 131. 130 *Synechocystis aquatilis* (1000×, nach Sauvageau). 131 *Synechococcus elongatus*. *a* normale Zellen, *b*, *c* Involutionsformen (ca. 1100×, nach Geitler).

Fig. 132. *Synechococcus aeruginosus*. *a*, lebhaft wachsende, *b* ruhende Zelle mit Ectoblasten (ca. 500×, Original).

Die meisten Arten leben auf feuchter Erde, am Grund von Baumstämmen u. dgl., *S. elongatus* häufig in Saftflüssen an der Rinde von Bäumen. *S. aeruginosus* ist eine typische Hochmoorform. *S. endobioticus* findet sich in der Gallerte von *Coelosphaerium Naegelianum*. — Die Zellen sind entweder einzeln zwischen anderen Algen verstreut oder bilden makroskopisch sichtbare blaugrüne Anflüge.

Bestimungsschlüssel der Arten.

I. Nicht in der Gallerte anderer Algen.
  1. Zellen bräunlich-blaugrün, 5—11 μ breit. **S. brunneolus** 1.
  2. Zellen anders gefärbt, meist blaugrün [1]).
    A. Zellen schmäler als 5 μ.
      a) Zellen 1,4—2 μ breit, zylindrisch [2]). **S. elongatus** 2.
      b) Zellen 3—4,3 μ breit, ellipsoidisch [2]). **S. Cedrorum** 3.
    B. Zellen 7,5—42 μ breit. **S. aeruginosus** 4.

II. In der Gallerte anderer Algen. **S. endobioticus** 5.

1. **Synechococcus brunneolus** Rabh. — Zellen länglich zylindrisch [2]), 5—11 μ breit, 3 mal so lang, bräunlich-blaugrün, zu 2—4 hintereinander. — An feuchten Felsen, auf feuchtem Waldboden.

2. **Synechococcus elongatus** Näg. (Fig. 131). — Zellen zylindrisch, 1,4—2 μ breit, 1½—3 mal so lang, einzeln oder zu 2—4 hintereinander, blaß blaugrün. — Auf feuchter Erde, am Grund alter Baumstämme, auch in Saftflüssen.

   Zu dieser Art ist wohl auch *S. racemosus* Wolle zu zählen, der in einem Aquarium in Nordamerika gefunden wurde und sich durch die regelmäßige Anordnung der zahlreichen aneinander hängenden Zellen von *S. elongatus* unterscheiden soll.

3. **Synechococcus Cedrorum** Sauv. — Zellen ellipsoidisch, selten fast zylindrisch, 3—4 μ breit, 5—10 μ lang, einzeln oder zu zweien hintereinander, blaß blaugrün. — Auf der Rinde von Bäumen und in stehenden Gewässern zwischen anderen Algen.

   S. minutus West ist mit dieser Art identisch.

4. **Synechococcus aeruginosus** Näg. (Fig. 132). — Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, meist 7,5—20 μ, seltener bis 30 μ breit, 1½—2 mal so lang, lebhaft blaugrün, meist einzeln, seltener zu zweien hintereinander. — In Hochmooren, an feuchten Felsen, auf nassem Heideboden.

   var. *maximus* Lemm. — Zellen 39—42 μ breit, 48—56 μ lang, kurz ellipsoidisch, einzeln oder zu zweien hintereinander, lebhaft blaugrün. — In Hochmooren.

5. **Synechococcus endobioticus** Elenk. et Holl. — Zellen 1,8—2,9 μ, meist 2,3 μ breit, sehr blaß blaugrün, mit sehr zarter, manchmal zerfließender Hülle. — In der Gallerte von *Coelosphaerium Naegelianum*, in stehendem Wasser.

Rhabdoderma Schmidle et Lauterb. (incl. *Spirillopsis* Naum.).

Zellen länglich-ellipsoidisch bis stäbchenförmig, gerade oder halbkreis- bis S-förmig gekrümmt, in gemeinsamer, oft schwer

1) Bei Nährstoffmangel können wohl alle Formen gelb werden.
2) Die Angaben beziehen sich auf die ausgewachsenen Zellen vor der Teilung.

sichtbarer, homogener Gallerte, zu wenigen vereinigt. Kolonien flach-hautartig, bei einer Art kugelig. Zellen einzeln oder in kurzen Reihen. Teilung senkrecht zur Längsachse.

Die Arten leben im Plankton stehender Gewässer oder sind festgewachsen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen länger als 5 μ.
   1. Zellen (5—)8—10 μ lang. **Rh. lineare** 1.
   2. Zellen 10—13 μ lang. **Rh. Gorskii** 2.

II. Zellen kürzer als 5 μ.
   1. Zellen 1,5—3 μ lang. **Rh. minima** 3.
   2. Zellen bis 5 μ lang. **Rh. irregulare** 4.

1. **Rhabdoderma lineare** Schmidle et Lauterb. (Fig. 133). — Zellen lang zylindrisch, gerade oder etwas gekrümmt, 6—12 μ lang, 2 μ breit, blaugrün, zuweilen in kurzen Reihen angeordnet, in zarter gemeinsamer Gallerte. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

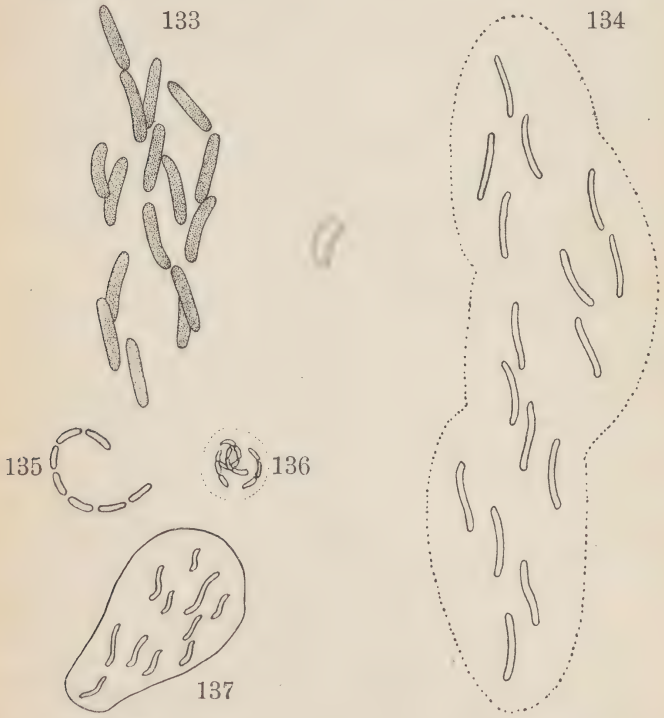


Fig. 133—137. 133 *Rhabdoderma lineare* (800×, nach Smith). 134 *Rh. Gorskii* (nach Woloszynska). 135 *Rh. lineare* var. *spirale* (nach Woloszynska). 136 *Rh. minima* (nach Lemmermann). 137 *Rh. irregulare* (nach Naumann). — In Fig. 133 und 135 ist die Gallerthülle nicht eingezeichnet.

var. *spirale* Wolosz. (Fig. 135). — Zellen 5 μ lang, 1,5 μ breit, in spiraligen Reihen angeordnet. — Planktonisch in javanischen Seen.

2. **Rhabdoderma Gorskii** Wolosz. (Fig. 134). — Zellen langzylindrisch, schwach gekrümmt, 10—13 μ lang, 1,5—2 μ breit, blaugrün, nie in Reihen. — Planktonisch im Switeź-See, Litauen.
3. **Rhabdoderma minima** Lemm. (Fig. 136). — Zellen zylindrisch, halbkreisförmig oder S-förmig gekrümmt, 1,5—3 μ lang, 0,75 μ breit, in gekrümmten Reihen, zu kleinen kugeligen Gallertkolonien vereinigt — In der Mosesquelle in Rom.
4. **Rhabdoderma irregulare** (Naum.) Geitler (= *Spirillopsis irregularis* Naum.) (Fig. 137). — Zellen zylindrisch, S-förmig gekrümmt, bis 5 μ lang, bis 1 μ breit. — In einem Bach in Schweden.

Die Diagnose ist ungenau. Soweit aus ihr ersichtlich ist, ist die Aufstellung der neuen Gattung *Spirillopsis* überflüssig und die Form eine *Rhabdoderma*.

Dactylococcopsis Hansg

Zellen zylindrisch und an den Enden zugespitzt oder spindelförmig oder ellipsoidisch und zugespitzt, gerade oder ± spiralig, S-förmig oder unregelmäßig gekrümmt, selten einzeln, meist zu wenigen in schwer sichtbarer Gallerte zu sehr verschieden gestalteten Kolonien vereinigt. Teilung senkrecht auf die Längsachse.

Einige Arten zeigen habituell eine große Ähnlichkeit mit *Ankistrodesmus* (*Rhaphidium*) unter den Protococcaceen. So *D. fasciculatis*, dessen Zellen zu gedrehten Bündeln vereinigt sind.

Die Teilung verläuft immer quer, doch findet häufig ein Aneinandervorbeiwachsen der beiden Tochterzellen statt, so daß sie parallel zu liegen kommen und eine Längsteilung vortäuschen, ähnlich wie dies bei manchen Protococcaceen der Fall ist.

Bei *D. acicularis* beobachtete Smith einen Chromatophor, der als parietale Platte parallel zur Längsachse in der Zelle liegt (Fig. 140). Ob es sich dabei um eine einseitige Lokalisation des Chromatoplasmas handelt oder ob ein distinkter Chromatophor vorhanden ist und die Art keine Cyanophycee ist, ist fraglich. Weitere Untersuchungen sind nötig.

Die Arten leben zwischen anderen Algen in stehenden Gewässern oder an feuchten Felsen, manche sind echte Planktonformen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

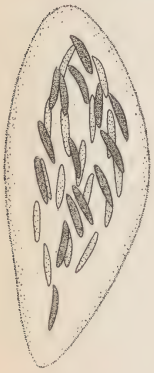
I. Zellen spindelförmig.
  1. Zellen lang spindelförmig.
    A. Zellen ± gebogen.
      a) Zellen einzeln oder zu 2—∞, nicht in gedrehten Bündeln.
        α) Zellen 1—3 μ breit, 5—25 μ lang. **D. rhaphidioides** 1.
        β) Zellen 1—1,5 μ breit, 27—45 μ lang. **D. irregularis** 2.
      b) Zellen zu vielen in gedrehten Bündeln. **D. fasciculatis** 3.

B. Zellen gerade oder fast gerade.
a) Zellen einzeln oder in unregelmäßigen Kolonien. **D. acicularis** 4.
b) Zellen zu 8—9 in kreuzweise verbundenen Bündeln. **D. Africana** 5.

2. Zellen kurz spindelförmig.
A. Zellen gebogen. **D. rupestris** 6.
B. Zellen gerade oder fast gerade.
a) Zellen 4—6 μ lang. **D. Antarctica** 7.
b) Zellen 8—13 μ lang. **D. pectinatellophila** 8.

II. Zellen fast ellipsoidisch.
1. In der Gallerte von Bryozoen. **D. pectinatellophila** 8.
2. Freilebend.
A. Zellen 3,5—4 μ breit. **D. montana** 9.
B. Zellen 1,5—2 μ breit **D. Antarctica** 7.

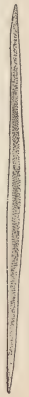
1. **Dactylococcopsis rhaphidiiodes** (Fig 138, 139, 146). — Zellen lang spindelförmig, fast gerade oder S-förmig oder halbkreis-



138

139

140*a*



140*b*

141

142

Fig. 138—142. 138 *Dactylococcopsis rhaphidioides* (660×, nach Smith). 139 *D. rhaphidioi es* (800×, nach Fritsch). 140 *D. acicularis* (800×, nach Smith). 141 *D. Antarctica* (1350×, nach Fritsch). 142 *D. pectinatellophila* (nach West).

förmig gekrümmt, 1—3 μ breit, 5—25 μ lang, einzeln oder zu 2—∞ in hyaliner Gallerte, blaßblaugrün. — Auf feuchter Erde, an feuchten Mauern, in stehenden Gewässern zwischen Algen oder planktonisch.

Die Art ist sehr polymorph.

2. **Dactylococcopsis irregularis** G. M. Smith. — Zellen einzeln, freischwimmend, ohne Gallerthülle, spindelförmig, spiralig, mit 2 bis 3 Windungen, blaßblaugrün, 1—1,5 μ breit. Abstand der Spitzen 27—45 μ. — In stehendem Wasser in der Umgebung von Stockholm.

3. **Dactylococcopsis fascicularis** Lemm. (Fig. 144). — Zellespindelförmig, in lange, dünne Spitzen ausgezogen, zu vieln fach gedrehten, taufförmigen Bündeln vereinigt, 1 μ breit, bis 55 μ lang, blaugrün. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

4. **Dactylococcopsis acicularis** Lemm. (Fig. 140, 145). — Zellen einzeln oder in Kolonien, mit weiter, hyaliner Gallerthülle, gerade oder fast gerade, an den Enden scharf zugespitzt, 2—2,5 μ breit, 55—80 μ lang, blaßblaugrün. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

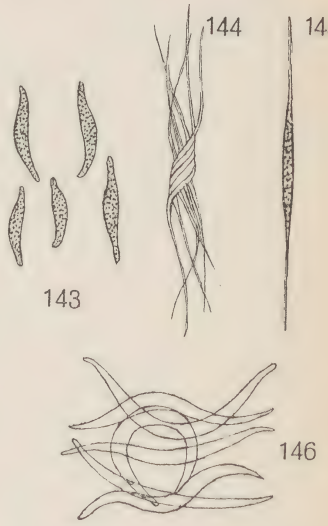


Fig. 143—146. 143 *Dactylococcopsis rupestris* (nach Hansgirg). 144 *D. fascicularis* (1000×, nach Lemmermann). 145 *D. acicularis* (1000×, nach Lemmermann). 146 *D. rhaphidioides* (nach Hansgirg).

Smith beschreibt einen parietalen Chromatophor (Fig. 140).

5. **Dactylococcopsis Africana** G. S. West. — Zellen zu 8—9 in bündelförmigen Kolonien, in der Mitte kreuzweise verbunden, zylindrisch, an den Enden verjüngt und zugespitzt, 1,8—2,5 μ breit, 75—88 μ lang, blaßblaugrün. — Planktonisch im Viktoria-Nyanza, Afrika.

6. **Dactylococcopsis rupestris** Hansg. (Fig. 143). — Zellen kurz spindelförmig, schwach gebogen, in kurze Spitzen ausgezogen, 1,5—2,5 μ breit, 9—15 μ lang, oliven- bis blaßblaugrün. — An feuchten Felsen.

7. **Dactylococcopsis Antarctica** Fritsch (Fig. 141). — Zellen spindelförmig oder an beiden Enden abgerundet, manchmal leicht gekrümmt, 1,5—2 μ breit, 4—6 μ lang, blaßblaugrün, zu vielen in hyalinem Schleim beisammen. — Auf der Oberfläche von *Nostoc commune*, Antarktis.

8. **Dactylococcopsis pectinatellophila** W. West (Fig. 142). — Zellen ellipsoidisch bis spindelförmig, 3—5,5 μ breit, 8—13 μ

lang, blaßblaugrün. — In der Gallerte von *Pectinatella Burmanica* (Bryozoon) in einem See Indiens.

9. **Dactylococcopsis montana** G. S. West. — Zellen regelmäßig oder schief ellipsoidisch, an den Enden verjüngt, in gemeinsamer Gallerte, 3,5—4 μ breit, 8,6—11,5 μ lang, blaßblaugrün. — Zwischen Sphagnum.

Cyanarcus Pascher

Zellen zylindrisch mit abgerundeten Enden; Enden bogig zusammengekrümmt. Zellen einzeln oder vorübergehend zu 2—4 zusammenhängend. Teilung längs.

Einzige Art:

Cyanarcus hamiformis Pascher (Fig. 147). Zellen 0,5—0,75 μ breit, 3—4 μ lang, blaugrün. — In stehenden Gewässern, planktonisch (sekundär?) und in der Gallerte anderer Algen (angetrieben?).

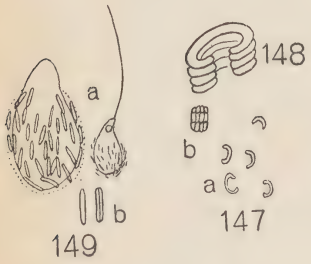


Fig. 147—149. 147. *Cyanarcus hamiformis*. *a* Einzelzellen, *b* vier aneinanderhaftende Zellen. 148 *Cyanarcus hamiformis* (?) mit schiefer Aneinanderreihung der Zellen. 149 *a Oicomonas syncyanotica* mit *Chroostipes linearis*, *b* einzelne Zellen von *Chroostipes linearis* (alle nach Pascher).

Einen ähnlichen Organismus, der aber durch die schiefe Anreihung der Zellen verschieden ist, zeigt Fig. 148.

Eine sehr eigentümliche Übereinstimmung besteht mit der Hormogonee *Gomontiella*, die ebenfalls aus nebeneinander liegenden, halbkreisförmig gebogenen Zellen besteht.

Chroostipes Pascher

Zellen gerade, zylindrisch, symbiontisch mit *Oicomonas syncyanotica*. Teilung längs.

Einzige Art:

Chroostipes linearis Pascher (Fig. 149). — Zellen zylindrisch, mit abgerundeten Enden, 0,5 μ breit, 3—5 μ lang, blaugrün. — In stehenden Gewässern, symbiontisch mit *Oicomonas syncyanotica*.

Anhang zu den *Chroococcaceen.*

Bei den folgenden Formen handelt es sich um Chroococcaceen, die entweder in ihrer Morphologie stark von den typischen Vertretern der Familie abweichen oder ungenügend bekannt sind.

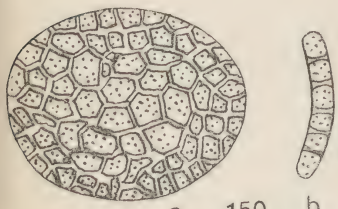
Pilgeria Schmidle

Zellen zu einer Hohlkugel vereinigt, einschichtig gelagert, dicht gedrängt, polygonal abgeplattet, ein scheinbares Parenchym bildend.

Einzige Art:

Pilgeria Brasiliensis Schmidle (Fig. 150). — Zellen von oben gesehen 4—7eckig, ca. 3—4 μ breit, blaugrün oder schwach violett. — In einem Bach in Brasilien.

Vielleicht ist diese Form mit *Gomphosphaeria* und *Coelosphaerium* näher verwandt.



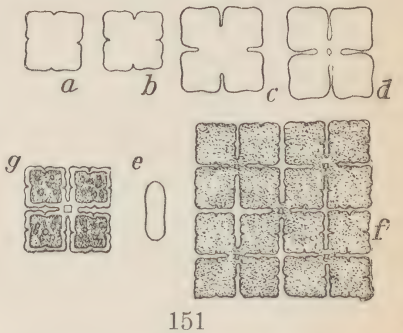


Fig. 150. *Pilgeria Brasiliensis*. *a* Oberflächen-, *b* Seitenansicht (nach Schmidle).

Fig. 151. *Tetrapedia Gothica*. *a—f* schematisiert (bloße Umrißzeichnung), *g* unschematisiert; *e* Seitenansicht, die übrigen Flächenansicht (*g* nach Kirchner, die übrigen nach Reinsch).

Tetrapedia Reinsch

Zellen flach scheibenförmig, 4- oder 3eckig, manchmal mit Stacheln, einzeln oder zu mehreren in regelmäßigen, tafelförmigen, wenigzellen Kolonien vereinigt. Teilung soweit bekannt, gleichzeitig nach 2 aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen durch vom Rand gegen das Zentrum vorschreitende Spaltbildung, die die Zellwände oder die Winkeln der Zellecken halbiert.

Die Gattung stellt durch ihre eigentümliche Teilung einen ganz aberranten Typus dar. Bei den meisten Arten ist der Verlauf der Teilung gänzlich unbekannt. Manche Formen sind vielleicht verkannte Protococcaceen.

Die meisten Arten leben in stehenden Gewässern zwischen anderen Algen, in Teichen und in Torfsümpfen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Familien oder Zellen viereckig (quadratisch oder fast quadratisch).
  1. Einschnürungen von den Mitten der Seiten ausgehend.
    A. Zellen strahlig symmetrisch.
      a) Einschnürungen spitzwinkelig. **T. Gothica** 1.
      b) Einschnürungen halbkreisförmig. **T. Morsa** 2.

B. Zellen hälftig symmetrisch.
a) Ecken abgerundet. **T. aversa** 3.
b) Ecken spitzig.
α) Seiten deutlich konkav. **T. Reinschiana** 4.
β) Seiten nur in der Mitte schwach konkav. **T. glaucescens** 5.

2. Einschnürungen von den Ecken ausgehend.
A. Zellen ohne Stacheln.
a) Teilstücke an der Außenseite mit 1 konkaven Ausschnitt. **T. Penzigiana** 6.
b) Teilstücke an der Außenseite mit 2 konkaven Ausschnitten. **T. crux-Melitensis** 7.
B. Zellen mit Stacheln.
a) Teilstücke in der Mitte der Außenseite leicht konkav. **T. Wallichiana** 8.
b) Teilstücke dreilappig; Mittellappen zitzenförmig. **T. foliacea** 9.

II. Zellen dreieckig.
1. Zellen mit Stacheln. **T. setigera** 10.
2. Zellen ohne Stacheln. **T. trigona** 11.

1. **Tetrapedia Gothica** Reinsch (Fig. 151). — Zellen quadratisch, zu 4—16 zu 13—30 μ großen, flachen Familien vereinigt, in der Mitte jeder Seite mit einem spitzwinkeligen Einschnitt, an den Ecken abgerundet, in der Mitte zwischen dem Einschnitt und der Ecke leicht ausgerandet, blaugrün; in der Seitenansicht zylindrisch, an den Enden abgerundet, in der Mitte leicht eingeschnürt. — In Gräben und Sümpfen, zwischen *Desmidiaceen* und *Chroococcaceen*.

2. **Tetrapedia Morsa** W. et G. S. West. — Zellen fast quadratisch, 6 μ lang, 7,2 μ breit, 3 μ dick, in der Mitte der Seiten halbkreisförmig ausgeschnitten, mit spitzen, dreieckigen Lappen. Seitenansicht biskuitförmig mit zugespitzten Enden und halbkreisförmig ausgeschnittener Mitte. — In Sümpfen.

3. **Tetrapedia aversa** W. et G. S. West. — Zellen fast quadratisch, etwas breiter als lang, in der Mitte tief spitzwinkelig ausgeschnitten, mit breit abgerundeten Lappen, in der Seitenansicht länglich elliptisch, 9,5—10 μ lang, 10,5—11 μ breit, an der eingeschnürten Stelle 4—4,5 breit, in der Seitenansicht 5,5 μ dick. — In Sümpfen Afrikas.

4. **Tetrapedia Reinschiana** Archer. (Fig. 154). — Zellen fast quadratisch, 5—6 μ breit, mit zugespitzten Ecken, an zwei gegenüberliegenden Seiten deutlich konkav, an den beiden anderen dreieckig ausgeschnitten, blaugrün; Seitenansicht länglich. Familien nicht bekannt. — In Torfsümpfen.

5. **Tetrapedia glaucescens** (Wittr.) Boldt. — Zellen fast quadratisch, mit stachelspitzigen Ecken, 11,5 μ breit, 11 μ lang, 6 μ dick, an zwei gegenüberliegenden Seiten mit leicht konkaver Mitte, an den beiden anderen dreieckig ausgeschnitten, blaßblaugrün; Lappen dreieckig, mit konvexen Seiten. In der Seitenansicht elliptisch, an den Enden mit je einem Stachel. — In Torfsümpfen und Seen.

6. **Tetrapedia Penzigiana** De Toni. — Zellen fast quadratisch, 4—5 μ breit, zu 4zelligen, fast quadratischen, 12—15 μ großen Familien vereinigt, blaßblaugrün; die zwei nach außen liegenden Seiten der Zellen konkav, die zwei nach innen liegenden gerade, an den freien Zellecken tief (bis zur Mitte) eingeschnürt. — In einem Flusse Abessiniens.

7. **Tetrapedia crux-Melitensis** Reinsch (Fig. 152). — Zellen quadratisch, 8—12 μ breit, durch die von den Ecken ausgehenden Einschnürungen in vier dreieckige Teilstücke zerlegt, an der Außenseite mit zwei konkaven Ausschnitten und spitz vorgezogener Mitte, in der Seitenansicht spindelförmig, blaugrün. — In Tümpeln.

8. **Tetrapedia Wallichiana** Turner. — Zellen quadratisch, 10 bis 12 μ breit, durch die schmal linealen Einschnürungen in vier dreieckige Teilstücke zerlegt, die an der Mitte der Außenseite schwach konkav sind und an den konvexen Ecken je einen kurzen Stachel tragen. — In Sümpfen Ostindiens.

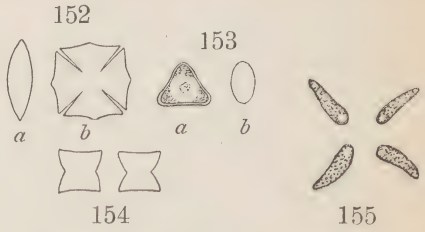


Fig. 152—155. 152 *Tetrapedia crux-Melitensis*. *a* Seiten-, *b* Flächenansicht (nach Reinsch). 153 *T. trigona*, *a* Flächen-, *b* Seitenansicht (nach W. und G. S. West). 154 *T. Reinschiana* (nach West). 155 *Marssoniella elegans* (750×, nach Lemmermann).

9. **Tetrapedia foliacea** Turner. — Zellen fast quadratisch, 11 μ breit, 3 μ dick, durch die von den Ecken ausgehenden Einschnürungen in vier dreieckige Teilstücke zerlegt, die am Außenrand wiederum drei kurze konvexe Läppchen besitzen, von denen das mittlere einen kurzen Stachel trägt; Seitenansicht schmal elliptisch, mit eingeschnürter Mitte und kurz bestachelten Enden. — In Sümpfen Ostindiens.

10. **Tetrapedia setigera** Archer. — Zellen dreieckig, an den Seiten ± tief ausgerandet, in der Seitenansicht länglich, in der Mitte angeschwollen, an den Enden abgerundet, ohne Stacheln 6 bis 7½ μ, mit Stacheln 16—20 μ groß. Ecken abgerundet mit je einem feinen Stachel. — In Sümpfen Irlands.

11. **Tetrapedia trigona** W. et G. S. West. (Fig. 153). — Zellen dreieckig, in der Seitenansicht elliptisch, 7,2 μ groß, Seiten schwach konkav, Ecken abgerundet, 3—6 μ dick, blaßblaugrün. — In einem Flusse Westindiens.

Planosphaerula Borzi

Zellen kugelig oder kurz eiförmig, zu wenigen in gemeinsamer homogener Gallerte lose gelagert, kugelige oder würfelige Kolonien bildend, die zu 2 oder 4 zusammenfließen und ein kleines kugeliges Lager bildend. Lager freischwimmend, mit langsamer, aktiver Be-

wegung, ohne Wimpern oder Geißeln. Zellteilung nach 3 Raumrichtungen.

Einzige Art:

Planosphaerula natans Borzi. — Zellen 3—4 μ groß, lebhaft blaugrün; Kolonien 10—16 μ groß; Lager 25—30 μ groß. — In Aquarien.

Wahrscheinlich ist die Form als Kolonie von Planococcen aufzufassen.

Marssoniella Lemm

Zellen lang birnförmig, an den stumpfen Enden durch Gallerte zu 4—16 verbunden, radial angeordnet und strahlig büschelige Kolonien bildend. Teilung längs.

Einzige Art:

Marssoniella elegans Lemm. (Fig. 155). — Zellen 1,3—5 μ breit, 5—6 μ lang, blaßblaugrün. — Planktonisch in Seen und Teichen.

Die Form wurde ein zweites Mal von Smith aus nordamerikanischen Seen als *Coelosphaerium radiatum* neu beschrieben. Die Zellen waren nur 2 μ breit

Lemmermann stellt die Gattung zu den *Chamaesiphoneen*, wozu aber kein Grund vorhanden ist.

Entophysalidales

Koloniebildend. Zellen zu einem festsitzenden, aus aufrechten Zellreihen bestehenden Lager vereinigt. Lager ± halbkugelig oder krustenförmig. Zellen kugelig oder ellipsoidisch, in gemeinsamer Gallerte, mit oder ohne Spezialhüllen. Hüllen *Chroococcus*-artig, eng, oder wie bei *Gloeocapsa* weit-blasenförmig und ineinander geschachtelt. Fortpflanzung durch Zweiteilung. Bei einer Art Nannocytenbildung.

Die *Entophysalidales* stehen den *Chroococcales* sehr nahe, unterscheiden sich aber von ihnen durch den Thallusaufbau, der sich den *Pleurocapsales* nähert. In manchen Stadien wird die reihenweise Anordnung der Zellen stark verwischt, und die Formen sind dann schwer von *Chroococcalen* zu unterscheiden. So sieht *Chlorogloea* manchmal wie *Microcystis*, *Entophysalis* wie *Gloeocapsa* aus. Verwechslungen können auch mit *Pleurocapsalen* (*Oncobyrsa*) eintreten, wenn bei diesen sich der Zellverband lockert.

Bestimmungsschlüssel der Familien.

I. Zellen vom *Gloeocapsa*-Habitus, mit dicken, ± festen, blasenartigen Hüllen, zu *Gloeocapsa*-artigen Teilkolonien vereinigt, die in aufrechten Reihen gelagert sind. Lager von ± unbestimmter Gestalt, krustenförmig. **Entophysalidaceae** (S. 121).

II. Zellen ohne Spezialhüllen oder mit ziemlich engen Hüllen. Lager halbkugelig oder durch Zusammenfließen mehrerer Lager flach ausgebreitet. **Chlorogloeaceae** (S. 121).

Entophysalidaceae

(Charakteristik siehe S. 120.)

Einzige Gattung:

Entophysalis Kützing

Zellen kugelig, mit blasenartig erweiterten, ineinander geschachtelten Hüllen, zu *Gloeocapsa*-artigen Teilkolonien vereinigt, die in kurzen, aufrechten, ± unregelmäßig gekrümmten und oft verzweigten Reihen angeordnet sind.

Die Gattung steht *Gloeocapsa* sehr nahe und unterscheidet sich nur durch die Betonung einer Teilungsrichtung, die zu der fadenförmigen Anordnung der Teilkolonien führt.

Fig. 156. *Entophysalis Samoënsis* (610×, nach Wille).

Einzige Art:

Entophysalis Samoënsis Wille (Fig. 156). — Lager krustenförmig, braun, brüchig. Aufrechte Reihen kurz, seitlich dicht zusammenschließend. Hüllen braun, geschichtet, in den äußeren Teilen des Lagers dichter als im Innern. Zellen kugelig, zu *Gloeocapsa*-artigen Kolonien vereinigt, 3—4 μ groß. — An Felsen, Samoa-Inseln.

Chlorogloeaceae

(Charakteristik siehe S. 120.)

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Lager ± halbkugelig; Zellen in regelmäßigen radiären Reihen, ziemlich lose gelagert. **Pseudoncobyrsa** (S. 121).

II. Lager ± ausgebreitet, höckerig; Zellen in undeutlichen aufrechten oder radiären Reihen, meist dicht gelagert. **Chlorogloea** (S. 122).

Pseudoncobyrsa Geitler

Zellen ellipsoidisch oder kugelig, mit ziemlich dicken, aber engen und nicht ineinandergeschachtelten Spezialhüllen, in gemeinsamer homogener Gallerte, zu deutlichen, mitunter verzweigten Reihen angeordnet, ein halbkugeliges, festsitzendes Lager bildend.

Bestimmmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen ellipsoidisch, Lager nicht Eisen speichernd. **Ps. lacustris** 1.

II. Zellen kugelig, Lager Eisen speichernd. **Ps. siderophila** 2.

1. **Pseudoncobyrsa lacustris** (Kirchn.) Geitler (= *Oncobyrsa lacustris* Kirchn.) (Fig. 157). — Lager halbkugelig, gallertig, elastisch, bis 2 mm groß, grün oder blaugrün. Zellen ellipsoidisch bis fast zylindrisch, 11—13 μ breit, 15—25 μ lang, mit 3—5 μ dicker Hülle, blaugrün oder olivengrün, in regelmäßigen radiären Reihen angeordnet. — Im Bodensee.

Die Art muß von *Oncobyrsa* abgetrennt werden, da *Oncobyrsa* eine typische *Chamaesiphonee* ist.

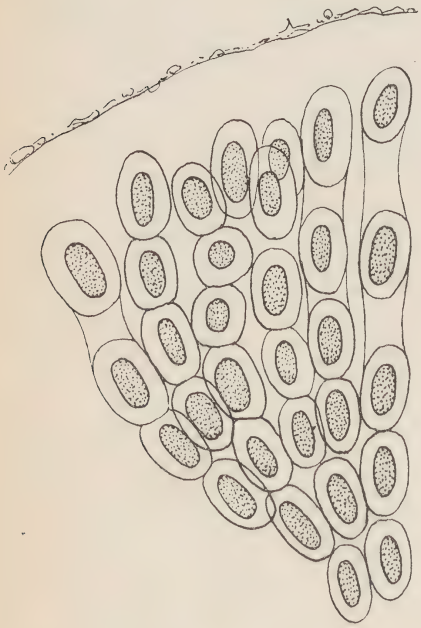


Fig. 157.
Pseudoncobyrsa lacustris (460×, nach Kirchner).

2. **Pseudoncobyrsa siderophila** (Naum.) Geitler (= *Paracapsa siderophila* Naum. — Lager hart, halbkugelig bis kugelig, mit Eisenoxydhydrat inkrustiert, vererzend, bis 5mm groß. Zellen kugelig, in manchmal verzweigten Reihen radial angeordnet, manchmal mit deutlichen Spezialhüllen, 2,5—5 μ groß, gelblich. — In Seen in Südschweden und Småland auf Steinen im Litoral.

Die Aufstellung einer eigenen Gattung für diese Form ist überflüssig, da sie mit *Ps. lacustris* in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmt.

Chlorogloea Wille

Zellen kugelig, meist dicht gedrängt und polygonal abgeplattet, meist ohne deutliche Spezialhüllen, in aufrechten oder radiären, oft verzweigten, meist undeutlichen Reihen angeordnet, zu einem in der Jugend halbkugeligen, später ausgebreiteten, oft aus Teilkolonien zusammengesetzten Lager vereinigt. Nannocyten wenig kleiner als die gewöhnlichen vegetativen Zellen.

Einzige Art:

Chlorogloea microcystoides Geitler (= *Microcystis pulverea* pr. p. ?) (Fig. 158). — Lager dünn, schleimig, leicht abkratzbare, dunkelolive, blaugrüne bis braungrüne Krusten bildend, meist aus einzelnen halbkugeligen oder kugeligen, durch gegenseitigen Druck abgeplatteten Teilkolonien zusammengesetzt. Zellen kugelig oder ellipsoidisch, meist sehr dicht gelagert und polygonal abgeplattet,

in aufrechten oder radiären, oft verzweigten, meist undeutlichen Reihen angeordnet, meist ohne deutliche Spezialhüllen, in gemeinsamer hyaliner Gallerte liegend, olivengrün, blaugrün oder gelblich, 2—3,8 μ groß. Nannocyten aus etwas vergrößerten Zellen gebildet, 1,5—2 μ groß. — Auf Brunneneinfassungen im Spritzwasser, seltener in stehendem Wasser.

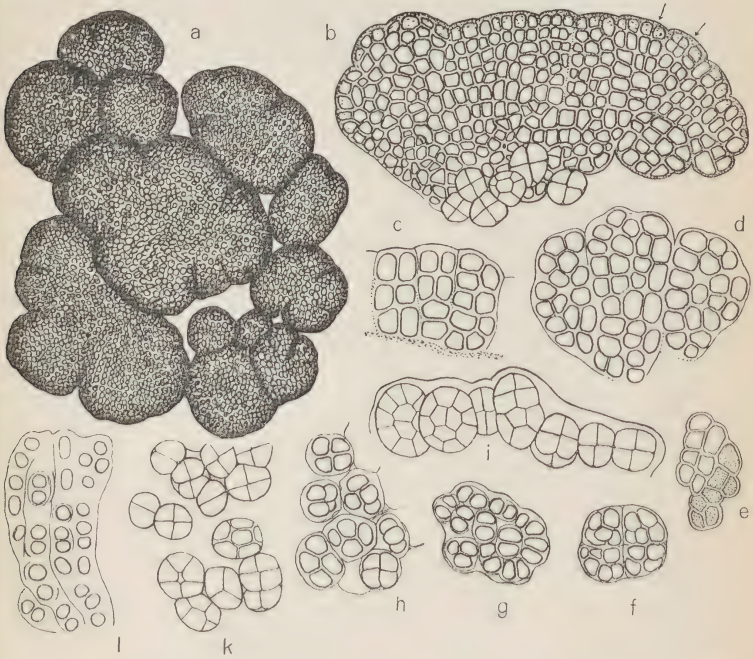


Fig. 158. *Chlorogloea microcystoides*. *a* Teil eines Lagers von oben gesehen, *b*—*l* Lagerteile im Profil gesehen, *i*, *k* Nannocytenbildung. (700×, nach Geitler).

Chamaesiphoneae

(Charakteristik siehe S. 51.)

Bestimmungsschlüssel der Ordnungen.

I. Vegetative Zellteilung vorhanden [1]). Exosporenbildung fehlend.
1. Membranen farblos, nur sehr selten gelblich. Thallus aus kriechenden, eine Sohle bildenden und aufrechten oder nur aus einer Art von Fäden zusammengesetzt, oft blasto- oder nematoparenchymatisch oder seltener mit verwischtem Fadenverlauf aus einzelnen Zellgruppen bestehend. Häufig Endosporenbildung. **Pleurocapsales** (S. 124).

1) Vegetative Teilungen können jedoch bloß vorgetäuscht werden bei *Chamaesiphon*-Arten aus der Sektion *Godlewskia* (S. 154).

2. Membranen rotbraun, nur in den ersten Jugendstadien farblos. Thallus aus aufrechten, oft mehrreihigen, freien oder seitlich miteinander verwachsenen Fäden oder aus von einer Pseudovagina umschlossenen fadenförmigen Zellgruppen bestehend. Endosporenbildung fehlt; Abschnürung einzelner Gonidien.
Siphononematales (S. 159).

II. Vegetative Zellteilung fehlt.[1]) Pflanzen einzellig, nur durch Endo- oder Exosporen sich vermehrend.
Dermocarpales (S. 138).

Pleurocapsales

Zellen meist mit dicken, oft geschichteten, festen oder schleimigen Membranen, meist Fäden, seltener unregelmäßige Gruppen bildend. Fäden einreihig oder seltener mehrreihig, mit Spitzenwachstum, unverzweigt oder meist verzweigt, selten frei, meist seitlich miteinander verwachsen, scheinbare Parenchyme bildend. Verzweigung selten durch Längsteilung der Spitzenzelle dichotom, häufig durch schnell aufeinanderfolgende Längsteilungen nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Raumrichtungen tetrachotom, meist durch Ausstülpung der Längswand einer interkalaren seitlich Zelle, oft durch seitliches Auswachsen einer subterminalen Zelle scheindichotom. Thallus meist in Sohle und aufrechte Fäden gegliedert; Sohle immer festsitzend, aus wiederholt seitlich verzweigten, auf dem Substrat kriechenden, seitlich miteinander verwachsenen oder seltener in das Substrat eindringenden und dann freien Fäden, meist eine nemato- oder blastoparenchymatische Scheibe mit Randwachstum. Zellteilungen meist deutlich endogen, mit Ineinanderschachtelung der Membran. Endosporen meist in vergrößerten, zu Sporangien umgestalteten Zellen, sukzedan (vielleicht auch manchmal simultan) durch Teilungen nach drei Raumrichtungen zu 8—∞ gebildet. Sporangien terminal oder subterminal.

Einzige Familie:

Pleurocapsaceae

mit den Merkmalen der Ordnung.

Die morphologischen Kenntnisse dieser Gruppe stecken noch in den ersten Anfängen. Die Abgrenzungen der Gattungen, z. B. von *Pleurocapsa* gegen *Hyella* und *Radaisia* sind unsicher.

Die Familie ist im Meer sehr reich gegliedert. Im Süßwasser leben verhältnismäßig wenige Formen; manche von ihnen, wie *Pleurocapsa minor* und *Oncobyrsa rivularis*, sind jedoch sehr häufig. Alle Arten sind festsitzend, fast alle leben in schnellfließenden, klaren Gebirgsbächen und scheinen stenotherm und katharob zu sein.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Thallus aus einzelnen oder in Gruppen liegenden, unregelmäßig gelagerten Zellen, nicht deutlich fadenförmig.
Chroococcopsis (S. 125).

1) Vgl. die Anm. auf S. 123.

II. Thallus fadenförmig oder nemato- bis blastoparenchymatisch.
1. Thallus nicht oder nur zum kleinen Teil kalkbohrend.
A. Thallus im erwachsenen Zustand ± flach krustenförmig, aus aufrechten, parallelen, seitlich miteinander verwachsenen Fäden bestehend.
a) Membranen fest, Zellen daher ziemlich dicht beisammen[1]). **Pleurocapsa** (S. 126).
b) Membranen verschleimend, Zellen daher voneinander entfernt[1]). **Radaisia** (S. 130).
B. Thallus im erwachsenen Zustand ± halbkugelig[2]), Fäden radiär gestellt, seitlich miteinander verwachsen, in der Jugend nemato- oder blastoparenchymatische Scheiben bildend.
a) Lager groß, aufrechte Fäden vielzellig, Membranen in den inneren Teilen des Lagers verschleimend und die Zellen ± isolierend. **Oncobyrsa** (S. 131).
b) Lager klein, aufrechte Fäden wenigzellig, Membranen fest. **Xenococcus** (S. 134).
2. Thallus zum größten Teil aus in Kalksteine u. dgl. eindringenden Fäden bestehend[3]). **Hyella** (S. 136).

Chroococcopsis Geitler

Thallus aus haufenartig dicht beisammenliegenden, selten auf kurze Strecken fadenartig und aufrecht angeordneten Zellen bestehend. Zellmembran dick, oft geschichtet. Endosporen zu vielen (bis 64?) in vergrößerten Zellen gebildet.

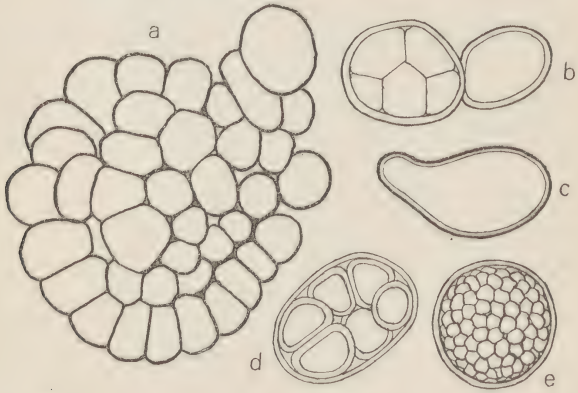


Fig. 159. *Chroococcopsis gigantea*. *a* kleines Lager, *b* Beginn der Endosporenbildung, *c* längliche Zelle, *d* Endosporen, die sich noch im Sporangium behäutet haben, *e* Sporangium mit zahlreichen Endosporen (750×, nach Geitler).

1) Vgl. aber auch *Pleurocapsa minor* im status mucosus.
2) Durch seitliches Zusammenfließen benachbarter Lager können aber auch flache Krusten entstehen.
3) Vgl. aber auch *Pleurocapsa minor*.

Die Gattung ist wohl als reduzierte Form aufzufassen. Weitere Untersuchungen, ob es sich nicht um Entwicklungsstadien anderer *Pleurocapsaceen* handelt, sind notwendig.

Chroococcopsis gigantea Geitler (= *Pleurocapsa concharum* pr. p.?) (Fig. 159). — Zellen selten einzeln, meist in unregelmäßigen Haufen dicht gedrängt, kugelig, ellipsoidisch oder etwas unregelmäßig gestaltet, 7—36 μ groß, lebhaft blaugrün oder dunkelviolett, seltener gelblich, mit dicker, farbloser, meist zweischichtiger Membran. Endosporen in großer Zahl (bis 64?) wahrscheinlich sukzedan gebildet, 1,5—2,5 μ groß. — Auf Steinen am Grund von Teichen und auf den Gehäusen von Wasserschnecken.

Die Form wurde wohl vielfach als in den Formenkreis von *Pleurocapsa minor* (= *Pl. concharum*) gehörig, mit der sie oft gesellig vorkommt, angesehen.

Pleurocapsa Thuret

Sohle aus kriechenden, rhizoidenartigen, freien, verzweigten Fäden bestehend. Aufrechte Fäden ± parallel, seitlich miteinander

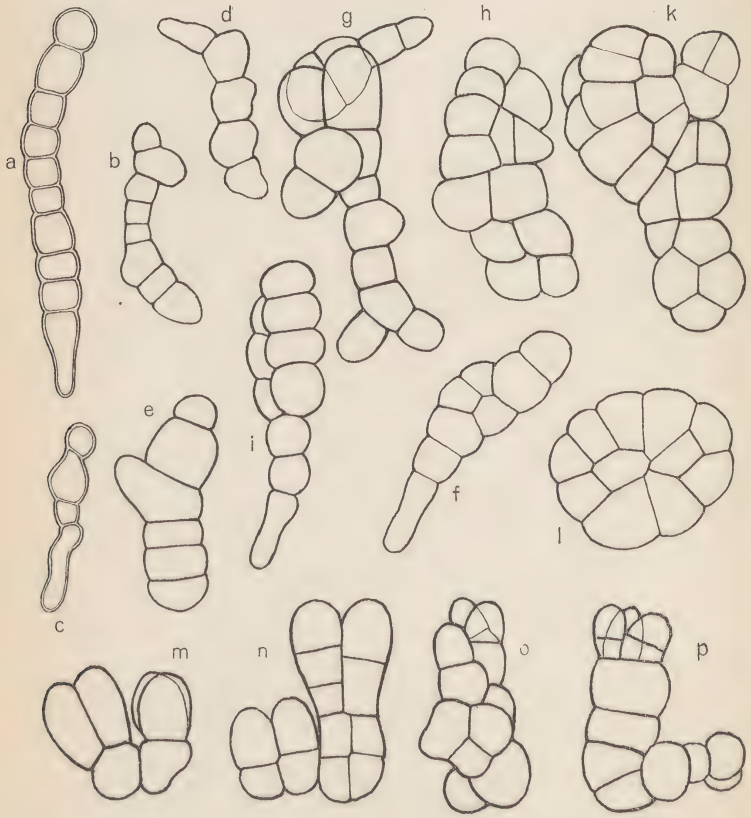


Fig. 160. *Pleurocapsa minor*. *a—e* status reptans, *f—l* status frondescens, *m—p* Beginn der Bildung der aufrechten Fäden (800×, nach Geitler).

verwachsen, zu einem flachen, krustenförmigen Lager dicht zusammenschließend, einreihig oder mehrreihig, unverzweigt, dicho-

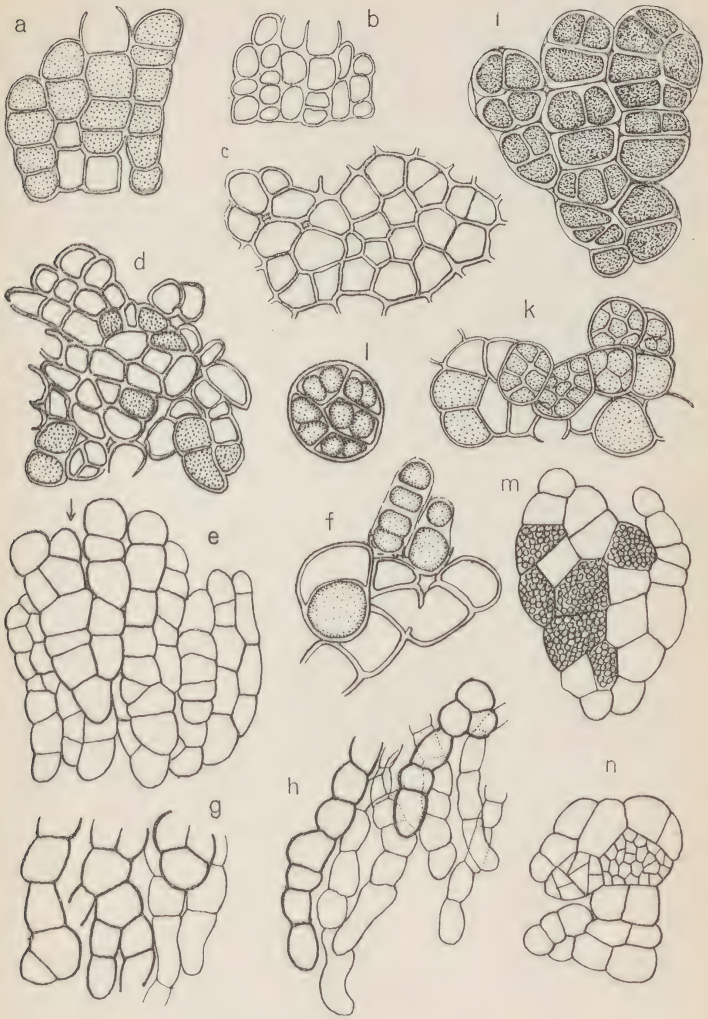


Fig. 161. *Pleurocapsa minor*, status adultus. *a*, *b* Lagerteile mit unverzweigten aufrechten Fäden im Profil, in *a* einige Zellen leer; *c*, *d* Lager von oben gesehen; *e* Lagerteil mit verzweigten aufrechten Fäden im Profil, bei ↓ eine Scheindichotomie; *f* altes Lager mit festen Membranen, zwei junge Fäden mit schleimigen Membranen treibend (Übergang zum status mucosus); *g*, *h* basale Teile des Lagers mit rhizoidenartigen Fäden; *i* Lager mit dicken, ineinandergeschachtelten Membranen; *k* Lager mit terminalen Sporangien von oben gesehen; *l* Sporangium mit Scheidewandbildung; *m* Lager im Profil mit interkalaren Sporangien; *n* Lager mit zwei Sporangien, das linke den Beginn der Endosporenbildung zeigend (800×, nach Geitler).

bis tetrachotom oder subdichotom verzweigt. Membranen fest, seltener etwas verschleimend. Teilungen meist deutlich endogen. Sporangien terminal an den aufrechten Fäden oder auch interkalar oder fehlend. Sporen zu 4—32 oder mehr, sukzedan gebildet.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Lager ± dunkelgrün. **Pl. minor** 1.
II. Lager kupferrot. **Pl. cuprea** 2.

1. **Pleurocapsa minor** Hansg. em. Geitler (inkl. *Pl. concharum* Hansg. (Fig. 160—163). — Thallus in der Jugend aus kriechenden, auf der Oberfläche des Substrats ausgebreiteten und teilweise

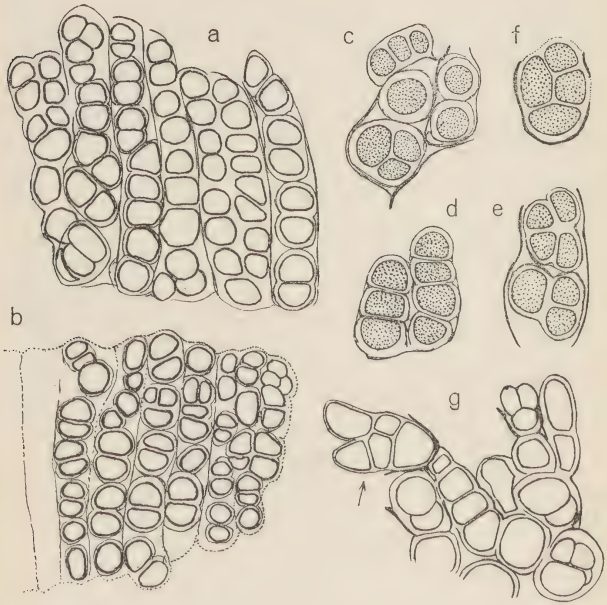


Fig. 162. *Pleurocapsa minor*, status mucosus. *a*, *b* Lagerteile im Profil, *c*—*g* Detailbilder, *g* bei ↓ eine Scheindichotomie (800×, nach Geitler).

in Kalksteine eindringenden Fäden bestehend; Fäden einreihig, hin und her gewunden, rhizoidenartig, anfangs unverzweigt, später verzweigt. Zellen kürzer oder länger als breit, 3—9 μ breit, oft asymmetrisch gestaltet; Endzellen häufig verlängert und gebogen, bis dreimal so lang als breit. Verzweigung unregelmäßig, durch seitliche Ausstülpung einer interkalaren Zelle gebildet (status reptans)[1]). Weiterentwicklung durch Längsteilungen und schiefe Teilungen der auf dem Substrat

1) Im status reptans kann eine Verwechslung mit den sehr ähnlich aussehenden Vorkeimen von *Pseudochantransia* bzw. *Batrachospermum* erfolgen. Diese lassen aber bei Jodzusatz die Florideenstärke erkennen.

kriechenden Fäden, wodurch scheinbar parenchymatische Zellflächen und Zellhaufen entstehen (status frondescens). Vollentwickelter Thallus aus aufrechten, kurzen Fäden, die aus den Zellen im status frondescens durch horizontale Teilungen entstehen, und (immer?) aus auf dem Substrat und in dasselbe eindringenden rhizoidenartigen Fäden (status adultus). Aufrechte Fäden einreihig oder mehrreihig, unverzweigt oder verzweigt. Verzweigung scheindichotom, tricho- oder tetrachotom. Zellen mit fester, dünner oder dicker, meist farbloser, selten gelblicher Membran, dicht gedrängt und polygonal abgeplattet; oder mit etwas verschleimenden Membranen und dann häufig mit Spezialgallerthüllen in gemeinsamer

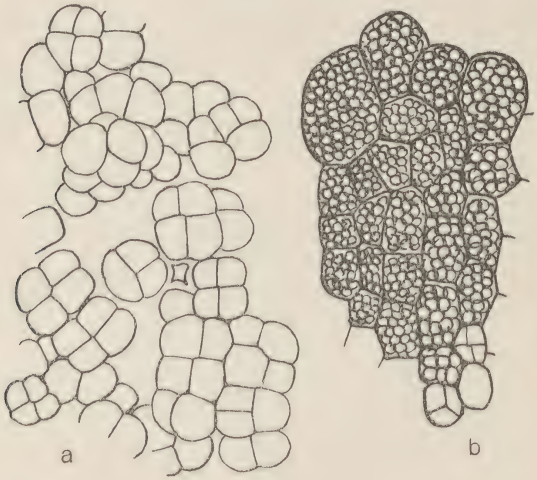


Fig. 163. *Pleurocapsa minor*, status adultus. *a* Lager von oben, *b* Lager im Profil aus einer Agarkultur, alle Zellen Endosporen bildend[1]) (800×, nach Geitler).

hyaliner Gallerte liegend und + kugelig (status mucosus). Lager von oben gesehen infolge der seitlichen Verwachsung der Fäden scheinbar parenchymatisch. Zellen der aufrechten Fäden 3—12, seltener mehr μ breit, blaugrün, olivengrün, braun- bis grauviolett, meist dunkel, selten hell oder gelblich gefärbt. Sporangien bisher nur im status adultus beobachtet, endständig an den aufrechten Fäden oder seltener interkalar, gleich groß oder etwas größer als die vegetativen Zellen. Endosporen durch sukzedane Teilungen nach drei Raumrichtungen zu 4—32 oder mehr gebildet, 0,8—2 μ groß. — Verbreitet in Bergbächen an Steinen, in stehendem Wasser an Schneckengehäusen und Steinen.

Die Art ist außerordentlich polymorph. Es ist fraglich, ob sie sich nicht aus mehreren guten Arten zusammensetzt.

1) Vgl. hiemit das über das *Chroococcaceen*-Stadium von *Hyella* (S. 137) Gesagte.

In stehenden Gewässern findet man teils Formen, die denen des fließenden Wassers ganz gleichen und die Aufstellung einer eigenen Art (*Pl. concharum*) nicht rechtfertigen, teils Formen, die von *Pleurocapsa* so stark abweichen, daß sie — wenigstens vorläufig — als *Chroococcopsis* in eine eigene Gattung gestellt werden müssen. Ob es sich vielleicht nicht doch um aberrante Stadien von *Pl. minor* handelt, bleibt zu untersuchen.

Im status reptans herrscht fast vollkommene Übereinstimmung mit *Hyella*, doch konnten nie Sporangien beobachtet werden, so daß die Aufrechterhaltung der beiden Gattungen notwendig ist. In Gebirgsbächen sind die Jugendstadien außerordentlich häufig. Die Steine besitzen, wenn die Fäden in größerer Anzahl vorhanden sind, ein eigentümlich grau-blaugrünes Aussehen.

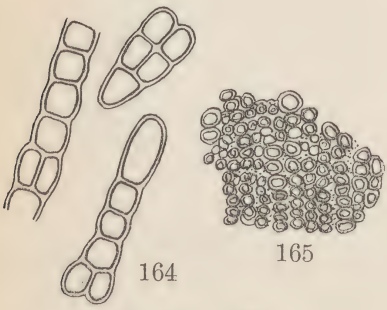
Die rhizoidenartigen, basalen Fäden der alten Lager scheinen auf Kalksteinen immer vorhanden zu sein, scheinen aber auf Schneckengehäusen zu fehlen.

2. **Pleurocapsa cuprea** Hansg. (Fig. 164). — Thallus dünn, fast krustenförmig, kupfer-, seltener fast ziegelrote Flecke und Überzüge bildend. Zellen 3—6 μ breit, gleich lang oder ½—1½mal so lang, mit kupferrotem, seltener fast bräunlichrotem Inhalt und dicken, farblosen Membranen. Fäden einreihig, selten stellenweise zweireihig, oft *Chroococceen*-Stadien bildend, rundliche oder knollenförmige, 12—15, seltener mehr μ große Zellgruppen bildend. — In schnellfließenden klaren Gebirgsbächen kupferrote Überzüge an Steinen bildend.

Es ist fraglich, ob die Diagnose dieser Form nicht ungenau ist und ob sie nicht mit *Siphononema Polonicum* verwechselt wurde. Doch sind bei dieser die Membranen immer gefärbt und der Zellinhalt nie rötlich.

Radaisia Sauv.

Thallus aus aufrechten, parallelen, meist unverzweigten Fäden bestehend. Zellen mit Spezialhüllen, in ziemlich lockerem Verband, fast kugelig, in gemeinsamer Gallerte. Sporangien unbekannt. Jugendstadien (Sohle?) unbekannt.



164 165

Fig. 164, 165.
164 *Pleurocapsa cuprea* (ca. 400×, nach Hansgirg). 165 *Radaisia Cornuana*, Lager im Profil (nach Sauvageau).

Die Gattung ist im Meer reicher gegliedert. Die einzige Süßwasserart ist wenig bekannt. Vielleicht ist sie identisch mit *Pleurocapa minor* im status mucosus.

Einzige Art:

Radaisia Cornuana Sauv. (Fig. 165). — Thallus krustenförmig, lebhaft blaugrün. Zellen 4—6 μ breit, 2—5 μ lang, zu 60—120 μ langen Fäden angeordnet. — In Bächen an Steinen in Frankreich und Algier.

Untersuchungen über den vielleicht bestehenden Zusammenhang mit *Pleurocapsa minor* sind notwendig.

Oncobyrsa Ag.

Thallus in der Jugend eine einschichtige, ± kreisrunde, nematobis blastoparenchymatische Zellscheibe mit Randwachstum, im erwachsenen Zustand aus aufrechten Fäden bestehend. Aufrechte Fäden anfangs parallel und unverzweigt, später an der Spitze dicho- bis tetrachotom verzweigt und radiär gestellt, seitlich miteinander verwachsen und zu einem ± halbkugeligen Thallus zusammenschließend. Durch Zusammenfließen benachbarter Thalli entsteht ein weit ausgebreitetes, flaches, höckeriges Lager. Membranen zart, schleimig, in den älteren (inneren) Teilen des Lagers zerfließend und die

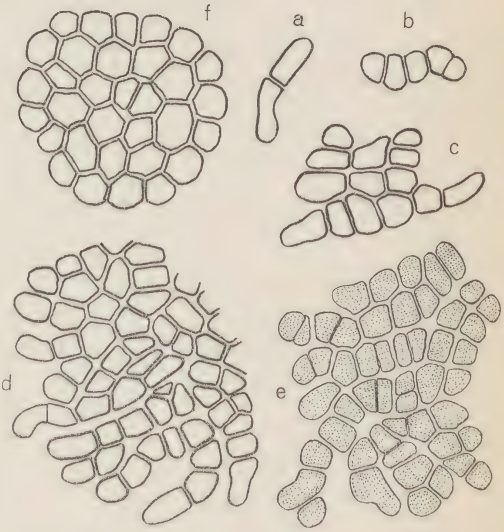


Fig. 166.
Oncobyrsa rivularis, Sohle.
a—*c* Entwicklung,
d, *e* Rand einer nematoparenchymatischen Sohle;
f blastoparenchymatische Sohle
(800×, nach Geitler).

Zellen isolierend, so daß das Bild einer *Chroococcee* entsteht. Fäden an der Peripherie dicht gedrängt, in der Draufsicht ein scheinbares Parenchym bildend. Zellen häufig in Vierer- oder Achtergruppen, durch selbständige Weiterentwicklung jeder Gruppe manchmal *Sarcina*-artige Pakete bildend. Sporangien fehlend.

Die Gattung wurde meist zu den *Chroococcceen* gestellt, ist aber ihrem Aufbau nach eine typische *Chamaesiphonee* und steht besonders *Xenococcus* nahe. An vielen Standorten scheint das Jugendstadium ziemlich lange anzudauern. Solche Sohlen sind zum Teil als *Xenococcus*-Arten beschrieben worden.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Thallus ohne oder nur mit Andeutung von *Sarcina*-artigem Wachstum. **O. rivularis** 1.
II. Thallus größtenteils aus *Sarcina*-artigen Zellgruppen bestehend. **O. sarcinoides** 2.

1. **Oncobyrsa rivularis** Kütz. em. Geitler (inkl. *O. Cesatiana* Rabh., *O. Brébissonii* Menegh., *Xenococcus gracilis* Lemm. und *Xenococcus minimus* Geitler) (Fig. 166—169). — Sohle ± kreisrund, nemato- oder blastoparenchymatisch. Zellen der Nematoparenchyme meist länger als breit, 1,3—3,5 μ breit, bis 6 μ lang; Fäden radial ausstrahlend, Endzellen oft gebogen. Zellen der Blastoparenchyme so lang wie breit, 1,3 bis 3,5 μ breit. Thallus im erwachsenen Zustand aus aufrechten,

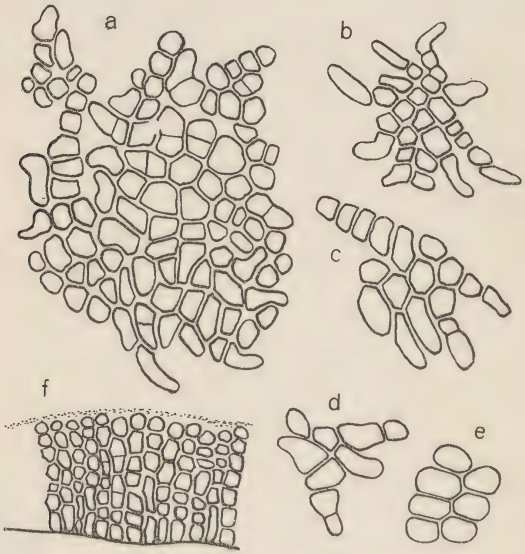


Fig. 167. *Oncobyrsa rivularis*. *a—d* verschieden alte nematoparenchymatische Sohlen, *e* 7zellige blastoparenchymatische Sohle; *f* Teil eines jungen Thallus im Profil (800×, nach Geitler).

aus der Sohle entspringenden Fäden, meist ohne oder mit schwacher Andeutung von *Sarcina*-artigem Wachstum, hart, mit glatter oder höckeriger Oberfläche, oft durch Zusammenfließen mehrerer Thalli ausgebreitet, bis 2,5 mm im Durchmesser, braungrün, schwarzbraun oder violett, oft in den verschiedenen Teilen verschieden gefärbt, beim Absterben häufig stahlblau. Zellen der aufrechten Fäden 1,3—6 μ, so lang wie breit oder länger als breit, mit schleimigen Membranen, manchmal mit Spezialhüllen, in gemeinsamer hyaliner Gallerte liegend, olivengrün, braun- oder rotviolett, an der Peripherie des Lagers polygonal abgeplattet, im Innern ± isoliert und kugelig. Alte Lager im Innern manchmal mit Kalkkristallen. — An Steinen in schnellfließenden Gebirgsbächen, in Wasserfällen, an *Fontinalis* und anderen Wassermoosen; in stehendem Wasser auf Moosen.

In Alpenseen kommt *O. rivularis* im Moosgürtel in 8 bis 12 m Tiefe vor, verbleibt dann meist auf dem sohlenförmigen Jugendstadium und ist rosa bis rotviolett gefärbt.

Auch in fließendem Wasser findet man häufig nur die Sohlen. Auf *Cladophora Alpina* erzeugen ältere Lager Kniebildungen der Fäden (Fig. 168).

2. **Oncobyrsa sarcinoides** Elenkin. — Thallus

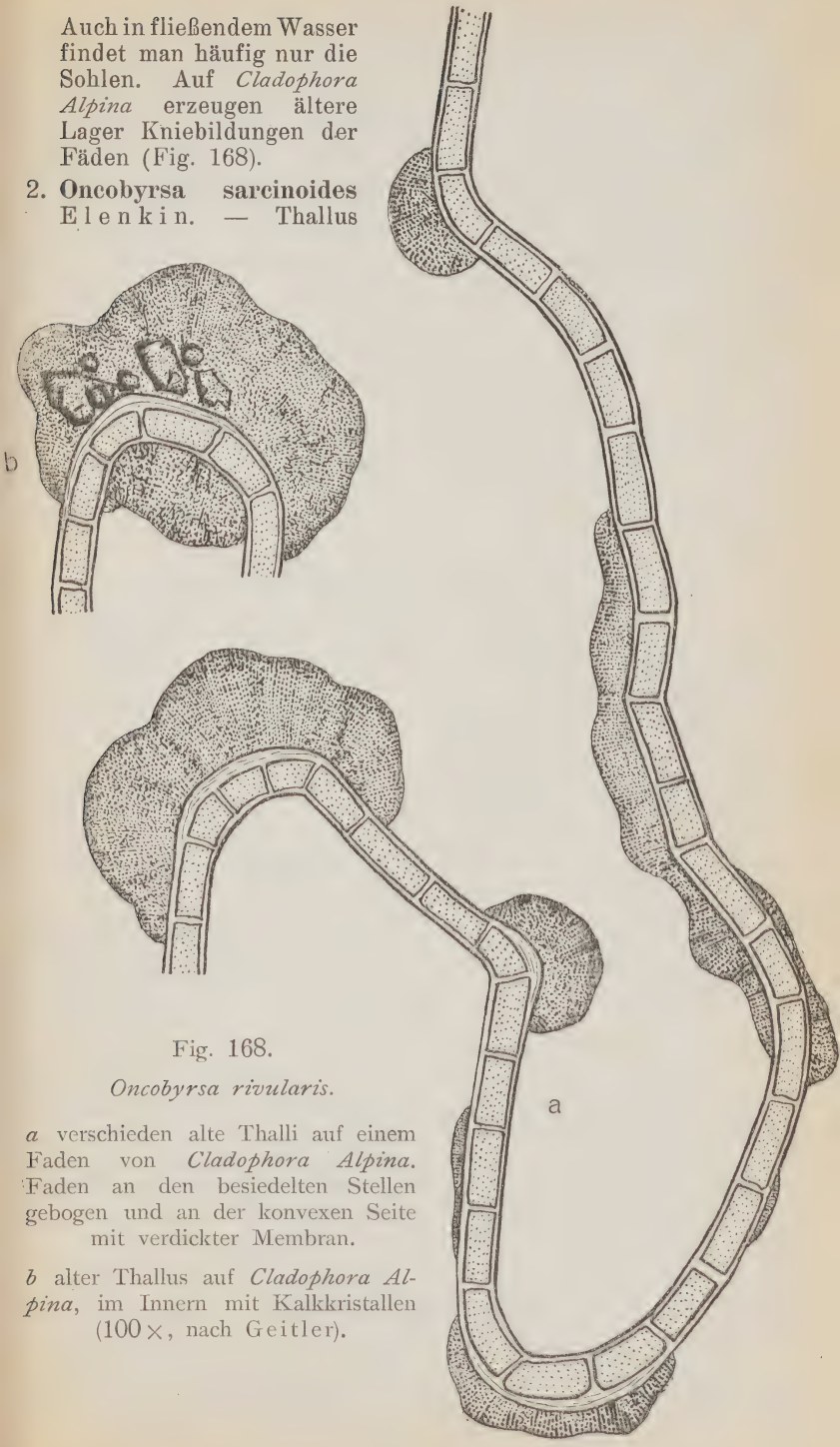


Fig. 168.

Oncobyrsa rivularis.

a verschieden alte Thalli auf einem Faden von *Cladophora Alpina*. Faden an den besiedelten Stellen gebogen und an der konvexen Seite mit verdickter Membran.

b alter Thallus auf *Cladophora Alpina*, im Innern mit Kalkkristallen (100×, nach Geitler).

polsterförmig, weich, trocken hart, bis 2 mm, selten bis 7 mm groß, manchmal zerrissen, rötlichbraun, braun-, oliven- oder blaugrün, seltener gelblich. Zellen kugelig, 3,5—6 μ groß, mit Hülle 4—7,5 μ groß, selten länglich, 6 μ breit, 9 μ lang, gelblich, rötlicholive oder blaß blaugrün. Hülle deutlich oder undeutlich; manchmal undeutlich geschichtet. Zellen meist zu *Sarcina*-artigen Würfeln vereinigt, die zu größeren Gruppen vereinigt sind, die gerade oder gewundene, oft undeutliche Reihen bilden. — Am Ufer eines Salzsees in Rußland angetrieben, wohl nur sekundär freischwimmend.

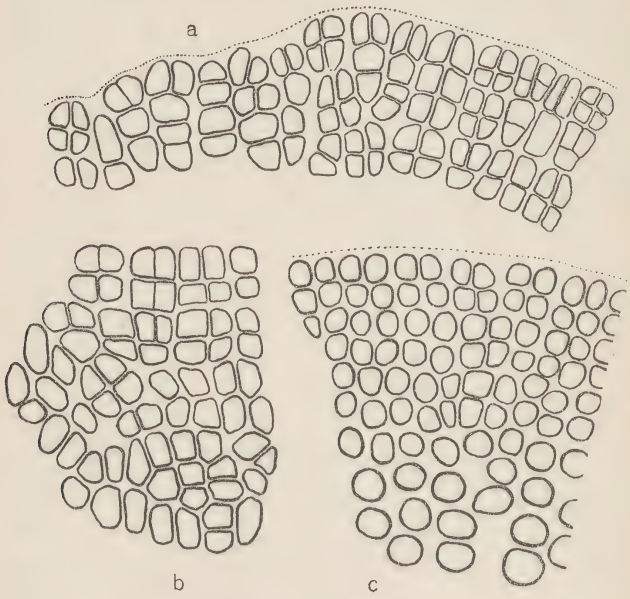


Fig. 169. *Oncobyrsa rivularis.* *a* Rand eines älteren Thallus im Querschnitt, *b* von oben gesehen; *c* Rand eines älteren Thallus mit verschleimenden Membranen und ± isolierten Zellen (800×, nach Geitler).

Elenkin unterscheidet mehrere Varietäten und Formen, die sich durch die Größe und Gestalt der würfelförmigen Zellgruppen und des Lagers unterscheiden.

Es ist fraglich, ob es sich um eine echte *Oncobyrsa* handelt; vielleicht ist die Art nahe mit *Chlorogloea* verwandt, vielleicht ist sie nur eine Standortsform von *O. rivularis.*

Xenococcus Thuret

Thallus entweder dauernd (?) eine einschichtige blastoparenchymatische Scheibe oder nur in der Jugend scheibenförmig und später durch Bildung aufrechter Fäden ± halbkugelig. Aufrechte Fäden

kurz, wenigzellig, anfangs unverzweigt, frühzeitig an den Spitzen wiederholt dicho- bis tetrachotom verzweigt und radiär angeordnet, seitlich miteinander verwachsen, eng zu einem scheinbar parenchymatischen Lager zusammenschließend. Zellen häufig in Viereroder Achtergruppen. Membran zart oder dick, meist fest, wenig schleimig. Sporangien in den Scheiben randständig, an den aufrechten Fäden terminal. Endosporen durch sukzedane Teilungen meist zu 32 gebildet.

Der Thallus unterscheidet sich prinzipiell in nichts von *Oncobyrsa*. Doch erlangt er nie die Größe dieser Form, sondern bleibt dauernd wenigzellig. Infolgedessen tritt auch kein scharfer Unterschied zwischen peripheren eng liegenden und inneren lose gelagerten Zellen hervor[1]). Charakteristisch ist, daß Nematoparenchyme ganz fehlen. Bei *X. Kerneri* kommt als Unterscheidungsmerkmal gegenüber *Oncobyrsa* noch das Vorhandensein von Endosporen in Betracht.

Eine problematische Form ist *X. rivularis*, die wahrscheinlich mit den Sohlen von *Oncobyrsa rivularis* identisch ist.

Die Arten sind Bewohner schnellfließender, klarer Gebirgsbäche, wo sie an Steinen, Wasserpflanzen und Algen festsitzen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen bis 6 μ breit.
  1. Thallus dauernd einschichtig, ohne aufrechte Fäden, Zellen meist 3—4 μ breit. **X. rivularis** 1.
  2. Thallus nur in der Jugend einschichtig, später kurze aufrechte Fäden bildend, Zellen meist 4—6 μ breit. **X. Kerneri** 2.

II. Zellen bis 10, seltener bis 26 μ breit, Thallus mit aufrechten Fäden. **X. fluviatilis** 3.

1. **Xenococcus rivularis** (Hansg.) Geitler (= *Pleurocapsa rivularis* Hansg.). — Thallus eine einschichtige, runde blastoparenchymatische Scheibe, punkt- oder fleckenförmig, lebhaft blaugrün, 1—2, seltener bis 4 mm im Durchmesser, öfters zusammenfließend. Zellen meist 3—4, seltener bis 6 μ groß, hellblau- oder olivengrün, mit ziemlich dicken Membranen. — Auf Steinen in Gebirgsbächen.

   Die Art ist vielleicht nur ein Entwicklungsstadium von *Oncobyrsa rivularis*.

2. **Xenococcus Kerneri** Hansg. (Fig. 170). — Thallus in der Jugend eine einschichtige, blastoparenchymatische Scheibe mit Randwachstum. Aufrechte Fäden durch Verlängerung der Zellen senkrecht auf die Oberfläche des Substrats und durch horizontale Teilungen gebildet. Fadenbildung in der Mitte der Scheibe (in den ältesten Zellen) beginnend und zentrifugal vorschreitend, wodurch ein ± halbkugeliges Lager entsteht. Aufrechte Fäden kurz, 6—10zellig, seitlich miteinander verwachsen, an den Enden wiederholt dicho- bis tetrachotom verzweigt, ein scheinbares Parenchym bildend. Durch Zu-

1) Eine Ausnahme bildet *X. fluviatilis*.

sammenfließen mehrerer benachbarter Thalli entstehen höckerige Lager. Membran dick, wenig schleimig, geschichtet oder ungeschichtet, an der Peripherie des Lagers zu einer das Lager einhüllenden Gallerte zusammenfließend, die meist farblos, seltener gelblich gefärbt ist. Zellen 3,5—6 μ breit, bis 10 μ

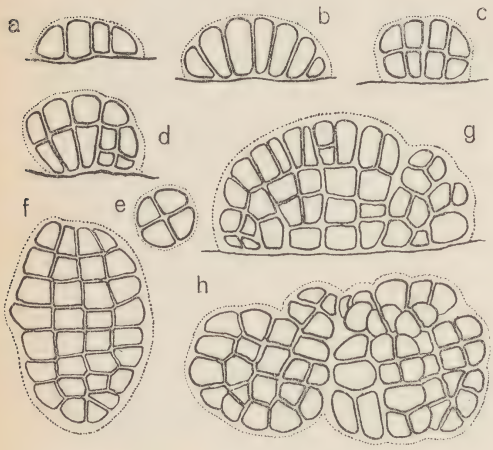


Fig. 170.
Xenococcus Kerneri.
a—*d* junge Thalli im Profil gesehen; *e* 4zelliger, *f* älterer, noch einschichtiger Thallus in der Draufsicht; *g* alter Thallus im Profil, *h* alter Thallus in der Draufsicht (700×, nach Geitler).

hoch. Sporangien in der Sohle randständig, an den aufrechten Fäden terminal. Endosporen meist zu 32 sukzedan gebildet, ca. 3 μ groß. — Auf Steinen, Wasserpflanzen und Algen in Bächen.

3. **Xenococcus fluviatilis** (Lagerh.) Geitler (= *Pleurocapsa fluviatilis* Lagerh.). — Thallus halbkugelig bis kugelig, fest, später oft bis krustenförmig, im Innern manchmal hohl, dunkelbraun, blau- oder violettschwarz. Zellen 4—10, seltener bis 26 μ breit, dunkelblaugrün oder violett, mit dicken, fast farblosen Membranen. Sporangien terminal 14—25 μ groß, Endosporen zu 16—32 gebildet. — An Steinen und Wasserpflanzen in schnellfließenden reinen Gewässern.

Die Art nähert sich sehr stark *Oncobyrsa*.

Hyella Born. et Flah.

Thallus in Fäden, die auf dem Substrat (Kalksteine, Schneckenschalen) kriechen, und in Fäden, die in das Substrat eindringen, gegliedert. Eindringende Fäden frei, unregelmäßig gekrümmt oder fast gerade, mit sehr langen Zellen, scheindichotom oder seitlich verzweigt, Seitenäste nahe der oberen Querwand der Zelle oder in der Mitte der Längswand entspringend, einreihig. Oberflächliche Fäden frei oder seitlich zu Nematoparenchymen miteinander verwachsen, wiederholt verzweigt. Membranen dick, fest, oft deutlich ineinandergeschachtelt. Sporangien in den oberflächlichen Fäden; Endosporen zu vielen durch sukzedane (?) Teilungen gebildet.

Die Ähnlichkeit von *Hyella* mit den Jugendstadien von *Pleurocapsa* ist sehr groß. — Interessant ist das Auftreten eines *Chroo-*

cocceen-artigen Stadiums bei *H. fontana* (Fig. 171 *d*, *e*): es stellt nichts anderes dar als einen Übergang zwischen der Endosporenbildung und den gewöhnlichen vegetativen Teilungen. Während die Endosporen aber wahrscheinlich ohne Anteilnahme der Membran, also nackt, gebildet werden, sind die kleinen Zellen, die durch lebhafte Teilungsfrequenz der gewöhnlichen Zellen gebildet werden, behäutet. Sie sind wohl als Nannocyten zu bezeichnen[1]).

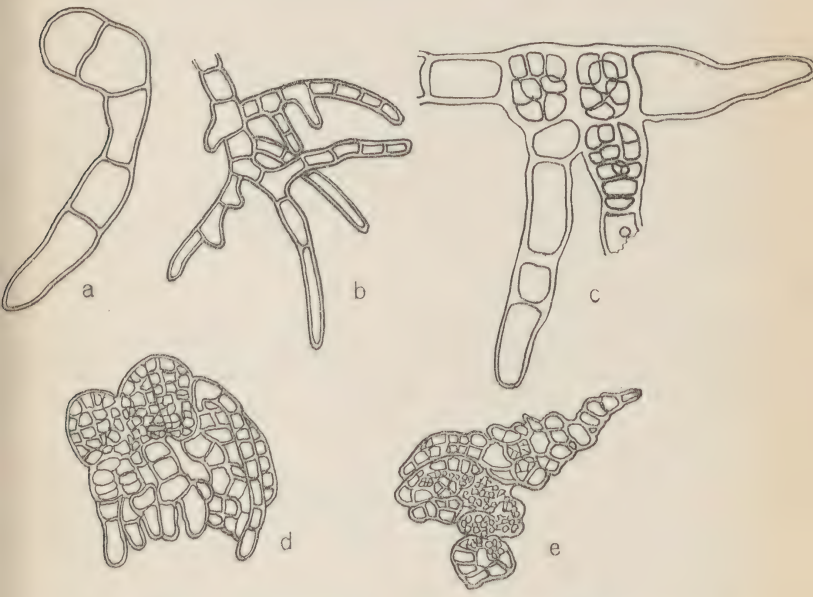


Fig. 171. *Hyella fontana* (*a*, *c* 600×, *b*, *d*, *e* 250×, nach Huber und Jadin).

Biologisch sind die Formen durch ihre Lebensweise in Kalksteinen, Schnecken- und Muschelschalen interessant. Physiologisch ist darüber so wenig wie über die perforierenden Cyanophyceen überhaupt bekannt.

Ganz ungenau beschrieben ist *H. terrestris*. Sie wurde nur in einer Kultur gefunden, es läßt sich über ihre Biologie also nichts aussagen. Wahrscheinlich gehört die Form in eine andere Gattung.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen breiter als 3 μ.
  1. Lager blaugrün oder graubraun. **H. fontana** 1.
  2. Lager purpurrot. **H. Jurana** 2.

II. Zellen oft nur 2,5—3 μ breit. **H. terrestris** 3.

1) Mit diesem Vorgang ist auch die Bildung von Endosporen in allen Zellen der aufrechten Fäden von *Pleurocapsa minor* zu vergleichen (Fig. 163 *b*).

1. **Hyella fontana** Huber et Jadin (Fig. 171). — Lager blaugrün oder graubraun. Zellen 5—10 μ breit, ebenso lang oder kürzer oder länger. Endzellen 3—4mal so lang als breit, manchmal kegelförmig und gekrümmt. Verzweigungen nahe der oberen Querwand der Zelle entspringend. Sporangien meist größer und abgerundeter als die vegetativen Zellen. — In Kalksteinen, Schnecken- und Muschelschalen in Bächen.

   Die Art ist wahrscheinlich in kalkhaltigen Gebirgsbächen weit verbreitet und ist wohl nur häufig übersehen worden.

2. **Hyella Jurana** Chodat (Fig. 172). — Lager purpurrot. Zellen länger als breit, oft T-förmig oder geweihartig verzweigt. Endzelle verlängert, meist keulenförmig. Verzweigungen in der

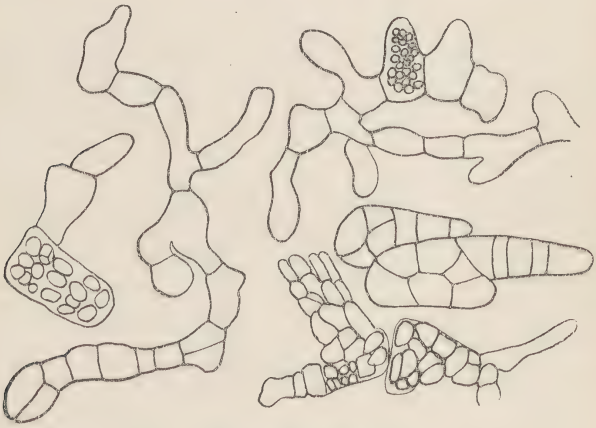


Fig. 172. *Hyella Jurana* (nach Chodat).

Mitte der Längswand der interkalaren Zellen entspringend. Sporangien größer als die vegetativen Zellen, oft wie diese T-förmig oder verzweigt. — In Kalksteinen in stehenden Gewässern.

Ist vielleicht mit *H. fontana* identisch.

3. **Hyella terrestris** Chodat. — Zellen zylindrisch, 2,5—3 μ breit, 7—9 μ lang, oder angeschwollen und bis 6 μ breit, schmutzig grün mit violettem Stich. Membran hyalin, 1 μ dick. — In einer Kultur, die mit Erde aus einem Nadelwald geimpft war, Schweiz.

   Die Diagnose ist ungenau. Eine Abbildung fehlt.

Dermocarpales

Pflanzen einzellig, festsitzend, mit Differenzierung in Basis und Spitze, einzeln lebend, gesellig oder Kolonien bildend. Vegetative Zellteilung fehlt. Fortpflanzung durch Endosporen oder Exosporen. Endosporen durch simultane oder sukzedane Teilungen nach drei Raumrichtungen oder nach einer Raumrichtung, Exosporen sukzedan in basipetaler Reihenfolge nach drei Raumrichtungen oder nach einer Raumrichtung gebildet.

Die Reihe ist stark gegliedert, die meisten Formen sind jedoch marin. Nur die Gattung *Chamaesiphon* hat ihre Hauptentfaltung im Süßwasser erreicht. Charakteristisch für alle Formen ist ihre Einzelligkeit, die wahrscheinlich als Reduktion aufzufassen ist. Innerhalb der Reihe zeigt sich eine Entwicklung von endosporinen Formen *(Dermocarpaceae)* zu exosporinen *(Chamaesiphonaceae)*[1]). Die *Dermocarpaceen* stellen eine interessante Parallelreihe zu den Protococcaceen dar.

Bestimmungsschlüssel der Familien.

I. Fortpflanzung durch Endosporen. **Dermocarpaceae** (S. 139).
II. Fortpflanzung durch Exosporen[2]). **Chamaesiphonaceae** (S. 146).

Dermocarpaceae

Einzellig, festsitzend, mit Differenzierung in Basis und Spitze, einzeln oder gesellig[3]) lebend. Zellen kugelig, länglich, ellipsoidisch, keulig oder birnförmig, an der Basis mit einem Gallertstiel oder ohne Gallertstiel. Membran fest, dick, manchmal geschichtet, seltener dünn oder schleimig. Zellen im Alter sich in Sporangien umbildend, die zu 2—∞, meist zu 4—16 durch sukzedane Teilungen nach drei Raumrichtungen, seltener nach einer Raumrichtung, oder durch simultane Teilungen nach drei Raumrichtungen Endosporen bilden. Sporangien sich durch einen Riß am Scheitel oder seltener durch Abfallen eines Deckels öffnend.

Die Süßwasserformen sind wenig bekannt. Von den meisten ist es fraglich, ob sich die Endosporen simultan oder sukzedan bilden. *Dermocarpella* ist im wesentlichen nicht von *Dermocarpa* verschieden und vielleicht mit dieser zu vereinigen. *Cyanotheca* ist wegen der geringen Größe unvollkommen bekannt.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Endosporen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen gebildet.
  1. Zellen auf langen, dünnen Gallertstielen, die in den Schleim anderer Algen eindringen, festsitzend. **Cyanotheca** (S. 140).
  2. Zellen ohne Gallertstiele oder mit sehr kurzen, breiten Gallertstielen.
    A. Endosporen von zweierlei Art: große zu 2—4 durch Querteilung, kleine in großer Zahl durch Teilungen nach drei Raumrichtungen gebildet. **Dermocarpella** (S. 140).
    B. Endosporen einheitlich, durch Teilungen nach 3 Raumrichtungen gebildet. **Dermocarpa** (S. 141).
II. Endosporen durch Teilungen nach einer Raumrichtung (Querteilung) gebildet.
  1. Zellen länglich, am Scheitel mit einer Schleimborste. **Clastidium** (S. 144).
  2. Zellen kurz, gedrungen, ohne Schleimborste. **Dermocarpella** (S. 140).

1) Vgl. S. 23.
2) Siehe aber auch *Chamaesiphon gracilis* (S. 151).
3) Nur *Clastidium* bildet Kolonien.

Cyanotheca Pascher

Zellen kugelig, später ellipsoidisch, meist auf langen, dünnen Gallertstielen, die die Gallerte einer (vielleicht auch anderer) protococcoiden Grünalge durchdringen. Endosporen zu 4—8 gebildet, durch Aufreißen der Membran freiwerdend.

Einzige Art:

Cyanotheca longipes Pascher (Fig. 173). — Zellen 1½—2, selten bis 3 μ groß, blaß blaugrün, selten lebhaft blaugrün. — In der Gallerte einer Grünalge zusammen mit *Asterococcus*, *Eremosphaera*, *Chlorobotrys* (in Hochmooren?).

Die Endosporenbildung scheint infolge der geringen Größe nicht sichergestellt.

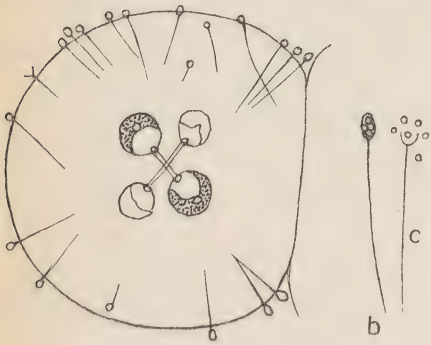


Fig. 173. *Cyanotheca longipes*. *a* Zellen in der Gallerte der Wirtspflanze, *b* einzelne Zellen mit vier Endosporen, *c* Entleerung der Endosporen (nach Pascher).

Dermocarpella Lemm.

Zellen einzeln, halbkugelig, mit der flachen Seite festgeheftet. Endosporen groß, zu 2—4 durch Querteilungen oder klein, durch Teilungen nach drei Raumrichtungen in großer Zahl sukzedan gebildet. Manchmal tritt der ungeteilte Protoplast aus.

Einzige Art:

Dermocarpella hemisphaerica Lemm. (Fig. 174). — Zellen 20—27 μ breit, 12—21 μ hoch, mit 1,5—4 μ dicker, deutlich geschichteter Membran, blaugrün. — Im Lake Huro, Chatam Inseln, auf *Plectonema* und *Cladophora*.

Dermocarpella unterscheidet sich von *Dermocarpa* nur dadurch, daß die Endosporen zu

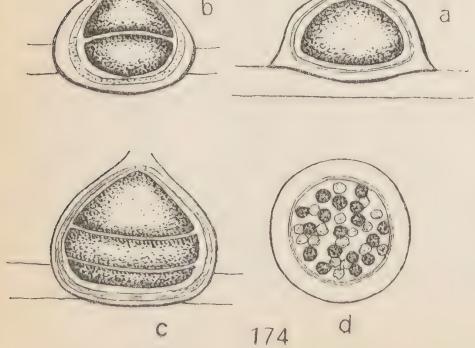


Fig. 174. *Dermocarpella hemisphaerica*. *a* ungeteilter Protoplast; *b* Bildung von zwei, *c* Bildung von vier Endosporen; *d* Bildung zahlreicher Endosporen. *a*—*c* im Profil, *d* von oben gesehen (750×, nach Lemmermann).

jedem Zeitpunkt der Bildung austreten können. Erfolgt der Austritt bereits nach der ersten Teilung, so sind die beiden Endosporen entsprechend groß; erfolgen weitere Teilungen, so werden die Endosporen kleiner. Den extremsten Fall stellt das Austreten des ganzen, ungeteilten Protoplasten dar. — Die Teilungsfolge ist dieselbe wie bei den meisten *Dermocarpa*-Arten: die ersten Teilungsebenen stehen horizontal und zueinander parallel, die späteren nach allen Raumrichtungen.

Dermocarpella incrassata ist eine typische *Dermocarpa* (siehe *Dermocarpa incrassata*).

Dermocarpa Crouan

Zellen kugelig, länglich oder flachgedrückt, mit oder ohne Gallertstiel, festsitzend, einzeln oder gesellig, manchmal dicht gedrängt. Bei der Endosporenbildung wird entweder der ganze Inhalt des Sporangiums aufgebraucht, oder es wird der Protoplast bei der ersten horizontalen Teilung in zwei Teile zerlegt, von denen nur der apikale sich weiter teilt und die Endosporen liefert, während der basale ungeteilt und steril bleibt. Der sterile Basalteil kann in der aufgerissenen Hülle wieder heranwachsen und neuerdings Endosporen bilden. Endosporen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen sukzedan (bei allen Arten?) gebildet, durch Aufreißen am Scheitel oder durch Abwerfen eines Deckels des Sporangiums, seltener durch Verschleimung der Wand freiwerdend. Die austretenden Endosporen scheinen in einer Blase, die aus der innersten Membranschicht hervorgeht, eingehüllt zu sein (Fig. 176, rechts).

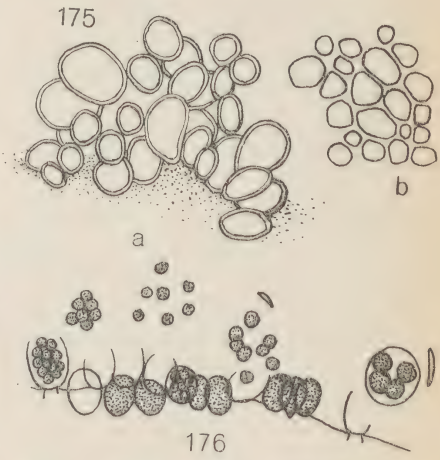


Fig. 175, 176. 175 *Dermocarpa Flahaulti*. *a* Lager im Profil, *b* Lager in der Draufsicht (536×, nach Sauvageau). 176 *Dermocarpa versicolor* (528×, nach Borzi).

Fast alle Arten sind sehr wenig bekannt und werden meist übersehen. Eine fragliche Form ist *D. sphagnicola*, ebenso *D. chamaesiphonoides*. Letztere ist nur aus Kulturen bekannt.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen nicht gestielt.
1. Sporangien flachgedrückt. **D. depressa** 1.
2. Sporangien unregelmäßig gestaltet. **D. Flahaulti** 2.

3. Sporangien regelmäßig kugelig oder fast kugelig.
   A. Sporangien bis 16 μ groß. **D. versicolor** 3.
   B. Sporangien bis 4 μ groß. **D. parva** 4.
4. Sporangien birnförmig. **D. aquae-dulcis** 5.

II. Zellen gestielt.
1. Sporangiumwand nur in der Jugend fest, später stark verschleimend, Sporangium 3—6 μ breit. **D. sphagnicola** 6.
2. Sporangiumwand nicht verschleimend.
   A. Sporangien bis 7 μ breit. **D. chamaesiphonoides** 7.
   B. Sporangien 11—16 μ breit.
      a) Sporangien birnförmig. **D. incrassata** 8.
      b) Sporangien kugelig oder fast kugelig. **D. versicolor** 3.

1. **Dermocarpa depressa** W. et G. S. West. — Sporangien zu wenigen oder vielen beisammen, stark zusammengedrückt, unregelmäßig scheibenförmig, 5—10 μ breit, 2,7—3,8 μ hoch. Endosporen zu 8 gebildet, 1,8 μ groß. — In einem mit Brackwasser gefüllten Aquarium, Insel Cassanga, Afrika.

2. **Dermocarpa Flahaulti** Sauv. (Fig. 175). — Lager dünn, krustenförmig, zwischen anderen Algen. Zellen oval oder kugelig, unregelmäßig polygonal, dicht gedrängt, ungleich groß, 6—8 oder 14—18 μ breit, blaß violett. Endosporen unbekannt. — Auf Steinen in einem Bach in Algier.
   Die Art ist sehr unklar.

3. **Dermocarpa versicolor** (Borzi) Geitler (= *Cyanocystis versicolor* Borzi) (Fig. 176). — Sporangien kugelig oder länglich, 16 μ groß, blau bis violett oder purpurn, mit dünner Membran, gestielt oder ungestielt. Endosporen zu 4—8, seltener zu 16 gebildet. Sporangium sich durch Abwerfen eines Deckels öffnend. — In Gräben und Bächen auf Fadenalgen.

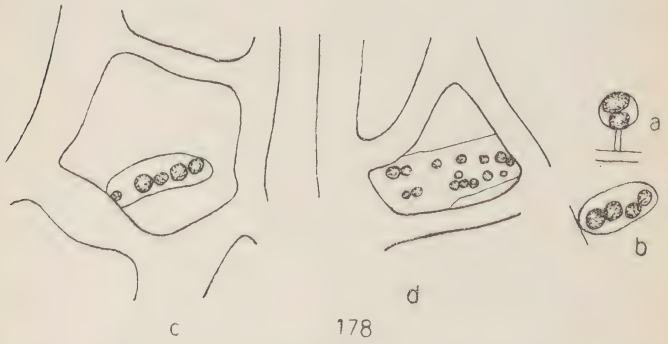
4. **Dermocarpa parva** (Conrad) Geitler (= *Cyanocystis parva* Conrad). — Zellen kugelig oder fast kugelig, 3—4 μ groß, blaugrün. Endosporen unbekannt. — Auf *Cladophora* in stehendem Wasser bei Libau.

5. **Dermocarpa aquae-dulcis** (Reinsch) Geitler (= *Sphaenosiphon aquae-dulcis* Reinsch) (Fig. 177). — Lager flach

Fig. 177. *Dermocarpa aquae-dulcis* (nach Reinsch). Protoplast geschrumpft.

bis halbkugelig. Sporangien birnförmig, gegenseitig abgeplattet, 6,5—8,5 μ breit, 13—17 μ lang, blaugrün, mit dicker Membran. — In fließendem Wasser, auf den Blättern von Wassermoosen u. dgl.

6. **Dermocarpa sphagnicola** (Maillefer) Geitler (= *Chamaesiphon sphagnicola* Maillefer) (Fig. 178). — Sporangien einzeln, in der Jugend kugelig, mit kurzem Gallertstiel, im Alter zylindrisch bis ellipsoidisch, ohne Stiel, mit verschleimter Wand,



178

Fig. 178. *Dermocarpa sphagnicola.* *a* jung, *b*, *c* älter, *d* alt, mit ganz verschleimter Membran (1000×, nach Maillefer).

blaugrün, 3—6 μ breit, 6—20 μ lang. Endosporen sukzedan, anfangs nach einer Raumrichtung (quer) gebildet, und 1—2 μ groß, später nach verschiedenen Raumrichtungen und 0,7—1 μ groß. — Endophytisch in den Porenzellen von *Sphagnum quinquefarium* in der Schweiz.

7. **Dermocarpa chamaesiphonoides** Geitler (Fig. 179). — Sporangien einzeln oder seltener zu mehreren beisammen, länglich eiförmig oder birnförmig, bis 7 μ breit, ebenso lang oder bis 14 μ lang, mit kurzem Gallertstiel, grau-blaugrün; Basalteil meist steril, Endosporen zu

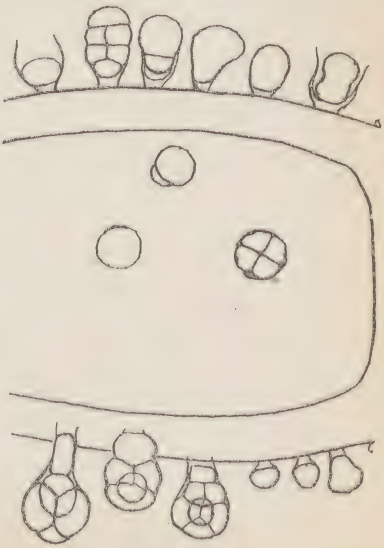


Fig. 179. *Dermocarpa chamaesiphonoides* (950×, nach Geitler).

6—8 oder mehr sukzedan gebildet. Membran hyalin, im Alter ziemlich dick. — Epiphytisch auf *Cladophora* und auf der Unterseite von *Lemna minor* in alten Aquarien, die Algen aus Teichen der Umgebung von Wien enthielten.

Die Form nähert sich stark *Chamaesiphon confervicola*. Sie ist aber von diesen dadurch verschieden, daß die Sporen nicht in basipetaler Reihenfolge gebildet werden.

8. **Dermocarpa incrassata** (Lemm.) Geitler (= *Dermocarpella incrassata* Lemm.) (Fig. 180). — Sporangien birnförmig, mit kurzem Gallertstiel, 11—16 μ breit, 20,5—27 μ lang, blaßgrün.

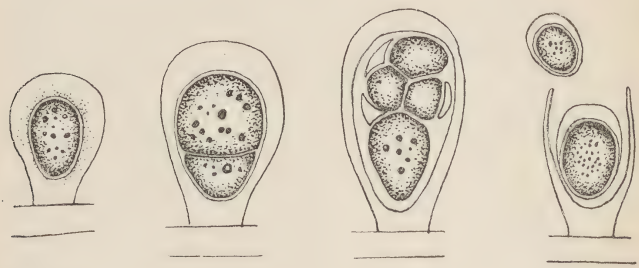


Fig. 180. *Dermocarpa incrassata* (nach Lemmermann).

Gallertstiel 4—8 μ breit, 7—8 μ lang. Membran gallertig, am Apikalende am dicksten und hier 2,7—4 μ dick, meist undeutlich geschichtet, durch Chlorzinkjod schwach blau gefärbt. Erste Teilung horizontal, der untere Teil des Protoplasten bleibt steril, der obere bildet acht Endosporen. — Im Lake Huro, Chatam Inseln.

Clastidium Kirchner

Zellen länglich, birnförmig oder zylindrisch und an beiden Enden zugespitzt, einzeln oder gesellig und Lager bildend, am apikalen Ende in eine Schleimborste ausgehend. Endosporen sukzedan durch Querteilung aus dem ganzen Sporangiuminhalt oder nur aus dem oberen Teil gebildet.

Clastidium stellt eine *Dermocarpa* dar, bei der nur die späteren Teilungen nach drei Raumrichtungen ausgefallen sind. Als Vorstufe dazu ist *Dermocarpella* aufzufassen. Bei *Cl. setigerum* bildet das ganze Sporangium Endosporen, bei *Cl. rivulare* wird oft bei der ersten Teilung das Sporangium in zwei Teile zerlegt, von denen der basale steril bleibt, ähnlich, wie dies auch bei manchen *Dermocarpa*-Arten der Fall ist. Der sterile Teil wächst in der Regel nach der Entleerung der Endosporen wieder aus und bildet neuerdings Endosporen. Dabei können einzelne Endosporen am Rand der alten Sporangiumwand sich festsetzen und keimen, so daß in analoger Weise wie bei *Chamaesiphon* kleine Kolonien zustande kommen (Fig. 182). Morphologisch besonders bemerkenswert ist die Tatsache, daß das Sporangium während der Endosporenbildung Längenwachstum zeigt. Die erste Teilung erfolgt meist wenn die Zelle noch kurz ist (Fig. 182 *f*, *g*). Die obere Zelle teilt sich, ohne zunächst zu wachsen (Fig. 182 *h*), die folgenden Teilprodukte wachsen dann aber bis auf die doppelte Länge der ursprünglichen

Länge der ungeteilten Zelle heran (Fig. 182 *i*)[1]). Diese Entwicklung ist nur bei *Cl. rivulare* beobachtet, *Cl. setigerum* bedarf weiterer Untersuchung. — Die Wand ist meist schleimig und schwer sichtbar. Bei *Cl. setigerum* bleiben die Endosporen lange beisammen und bilden dann einen scheinbaren Zellfaden. — Das Schleimhaar ist eine Bildung der Sporangiumwand und tritt meist erst ziemlich spät auf, wenn die Pflanzen schon fast ausgewachsen sind.

Cl. setigerum lebt in stehendem oder langsam fließendem Wasser, manchmal auch an überrieselten Felswänden, Brunnentrögen u. dgl., *Cl. rivulare* in schnellfließenden klaren Bergbächen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen einzeln oder zu mehreren, aber nicht zu einem Lager vereinigt, nicht kegel- oder birnförmig. **Cl. setigerum** 1.
II. Zellen dünne, gelbe bis bräunliche, schlüpfrige Lager bildend, meist kegel- oder birnförmig. **Cl. rivulare** 2.

1. **Clastidium setigerum** Kirchn. (Fig. 181). — Zellen zylindrisch, an beiden Enden leicht verjüngt, im Alter eine Reihe von Endosporen bildend, an der Spitze mit einer bis 50 μ langen Schleimborste, 2—4 μ breit, 9—15, seltener bis 38 μ

Fig. 181.
Clastidium setigerum
(575×, nach Kirchner).
Die zarte Sporangiumwand ist nicht eingezeichnet.

lang, blaß blaugrün, grauolive oder gelblich. — In stehenden oder langsam fließenden Gewässern, an überrieselten Felswänden, in Brunnentrögen u. dgl., auf Fadenalgen und Wasserpflanzen.

Die Endosporen scheinen meist aus dem ganzen Sporangiuminhalt gebildet zu werden. Koloniebildung wurde bisher nicht beobachtet.

2. **Clastidium rivulare** Hansg. (Fig. 182). — Lager gelblich oder bräunlich, dünne, schlüpfrige Überzüge auf Steinen bildend. Zellen kegelig oder birnförmig, 2—6 μ breit, bis 45 μ lang, nach dem Zerfall in Endosporen bis 20 oder seltener bis 40 μ lang, mit einer 1—6mal so langen Schleimborste, blaß olivengrün, gelblich oder graublaugrün. Endosporen meist bis 8, meist nur aus dem oberen Teil des Sporangiums entstehend.

1) Durch dieses Verhalten nähert sich *Clastidium* der Gattung *Chamaesiphon*.

Manchmal Koloniebildung nach der Art von *Chamaesiphon*. — In schnellfliesendem Wasser, in Gebirgsbächen auf Steinen.

Im Alter wird die Sporangiumwand oft sehr dick, nach der Entleerung der Endosporen entwickelt sich in der aufgerissenen Wand ein neues Sporangium (Fig. 182 *a*, *b*). Die Entwicklung der Schleimhaare beginnt mit der Bildung einer haubenartigen Verdickung der Sporangiummembran (Fig. 182 *a*, *d*).

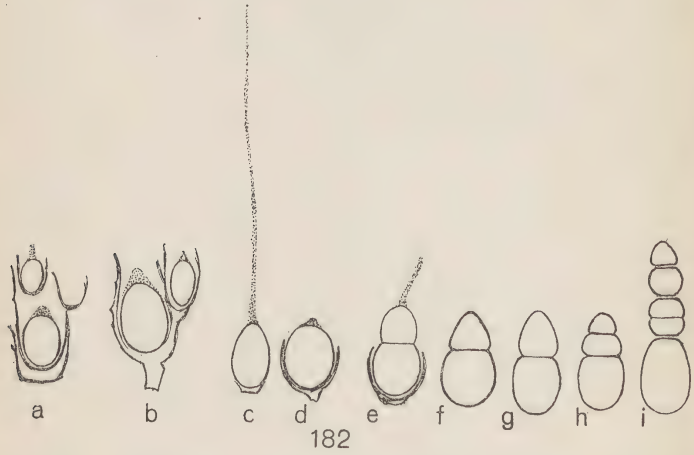


Fig. 182. *Clastidium rivulare*. *a*, *b* alte Sporangien, nach der Entleerung der Endosporen wieder auswachsend, mit jungen Schleimborsten; Koloniebildung; *c*, *d* verschiedene Zellformen; *e*—*i* Entwicklung der Endosporen (1000×, Original). In *f*—*i* sind nur die Protoplasten gezeichnet.

Chamaesiphonaceae

Pflanzen einzellig, mit Differenzierung in Basis und Spitze, mit der Basis festsitzend, am freien Ende in basipetaler Reihenfolge Exosporen abschnürend. Exosporen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen oder meistens durch Teilungen nach einer Raumrichtung entstehend. Sporangiumwand sich bei der Reife am Scheitel öffnend und als Pseudovagina die Zelle umgebend.

Einzige Gattung:

Chamaesiphon A. Br. et Gr. em. Geitler (inkl. *Godlewskia* Jancz).

Einzellig, mit Differenzierung in Basis und Spitze, an der Basis mit einem kurzen Gallertstiel oder ohne solchen festsitzend. Zellen ellipsoidisch, birnförmig, keulig oder zylindrisch, oft mit Längenwachstum durch Einschaltung tutenförmiger Stücke in die Pseudovagina, die dann divergierende Schichten besitzt, am apikalen Ende Exosporen abschnürend. Exosporen immer abfallend oder

manchmal am Rand der Pseudovagina keimend und neue Pflanzen bildend, wodurch Kolonien entstehen. Kolonien je nach der Beschaffenheit der Pseudovagina und dem Grad der Schleimproduktion von sehr verschiedenem Aussehen, entweder schleimig, mit radiär laufenden Reihen von Zellen, oder fadenförmig und unregelmäßig verzweigt, oder etagenförmig gezont. Pseudovagina zart oder dick, fest oder fast ganz verschleimend, farblos oder gelb bis braun oder rotbraun gefärbt.

Die Gattung ist morphologisch in verschiedener Beziehung interessant. Der Vorgang der Koloniebildung stellt ein Analogon zu der Koloniebildung von *Dinobryon* dar. Doch keimen meist nicht alle Exosporen in Verbindung mit der Mutterpflanze, sondern in der Regel kommt auf viele abfallende nur eine oder wenige haften bleibende. Nur bei *Ch. oncobyrsoides* und manchmal bei *Ch. polymorphus* fallen die Sporen überhaupt nicht ab, da gleichzeitig mit ihrer Bildung Schleim ausgeschieden wird, der sie festhält. Die Lager zeigen dann das Bild von in gemeinsamer Gallerte liegenden Zellen und können mit einer *Chroococcee* verwechselt werden (Fig. 195). Gesteigert wird diese Ähnlichkeit oft noch dadurch, daß die Exosporen wenig kleiner sind als der sie abschnürende Protoplast, so daß das Bild einer gewöhnlichen vegetativen Zweiteilung entsteht (Fig. 194 *a*, *b*, *c*).

Nicht selten entstehen die Exosporen (die dann ihren Namen gar nicht verdienen) endogen, so an trockenen Standorten, wo die Pseudovagina geschlossen bleibt (Fig. 192)[1]. Es ist dabei interessant, daß die neugebildeten Zellen sich noch in der geschlossenen Sporangiumwand wieder mit einer Membran umgeben (Fig. 192 *e*).

Ch. confervicola und einige andere Arten besitzen Teilungen nach drei Raumrichtungen und zeigen so noch ursprüngliche Verhältnisse. Sie stehen *Dermocarpa* nahe.

Längenwachstum, das sich mit dem der Zellen von *Hyalobryon* vergleichen läßt, zeigt am deutlichsten *Ch. fuscus*: die Zelle rückt innerhalb der Pseudovagina empor und scheidet neue Lamellen ab, die an die Innenseite der Pseudovagina angelagert werden (Fig. 191 *a*, *d*). Oft erfolgt das Wachstum sehr deutlich ruckweise; dabei sind die ältesten Schichten dunkelbraun, die jüngeren hellbraun und die jüngsten farblos, und da alle nebeneinanderstehenden Zellen zur gleichen Zeit neue Schichten ausbilden, entstehen gezonte Lager (Fig. 191 *a*). Diese Zonung kann sich dann noch mit der Übereinanderschichtung mehrerer Zellagen durch Koloniebildung kombinieren (Fig. 191 *b*)[2]. Biologisch sind die Wachstumsvorgänge noch ganz ungeklärt.

Die Fähigkeit zur Koloniebildung wird wohl zum Teil durch Außenfaktoren bestimmt, zum Teil liegt sie aber in der Organisation der betreffenden Art begründet. Man findet Arten, bei denen die Exosporen konstant abfallen, bei anderen ist das Ver-

1) In diesen Fällen wird die enge Verwandtschaft zwischen *Chamaesiphonaceen* und *Dermocarpaceen* sehr deutlich.

2) Nicht immer stellen aber übereinander geschichtete Zellen eine Kolonie dar, d. h. sind auseinander entstanden. Es kommt häufig vor, daß fremde Sporen angetrieben werden und auf einem Lager wie auf einem toten Substrat zur Entwicklung kommen.

halten wechselnd. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß bei Feuchtigkeit ein Abfallen, bei Trockenheit Koloniebildung erfolgt.

Die meisten Arten leben in stehendem oder fließendem Wasser, manche, wie *Ch. polymorphus* und *Ch. oncobyrsoides*, an feuchten Felswänden zwischen *Gloeocapsa*-Arten. Die Lager dieser Formen sind schleimig. *Ch. Polonicus* lebt in Gebirgsbächen, aber auch an trockenen Standorten, wie an zeitweise von der Sonne beschienenen Felswänden, und bildet dann dünne Krusten. Als Schutz gegen die Austrocknung dienen die sehr dicke und feste Pseudovagina bzw. die verdickten Membranen der Zellen. An solchen Standorten zeigt sich die oben erwähnte endogene Bildung der Exosporen. Aber auch sonst zeigt diese Art Xerophilie; so findet sie sich besonders häufig am Rand größerer Gebirgsbäche über der Niederwasserlinie und ebenso am Ufer von stehenden Gewässern.

Ch. hyalinus und *Ch. macer* sind durch die Farblosigkeit der Zellen ausgezeichnet. Erstere Form ist wohl noch problematisch, bei letzterer ist die Farblosigkeit nur scheinbar, da die Zellen zu mehreren übereinander liegend gefärbt erscheinen. — Die Pseudovagina zeigt die gleiche Beziehung zum Licht wie die Gallerten der Cyanophyceen überhaupt, indem sie im allgemeinen an schattigen Standorten farblos, an sonnigen gefärbt ist. — Viele Arten besitzen einen basalen Ektoplasten.

Die Bachformen aus der Sektion *Godlewskia* sind noch wenig geklärt und bedürfen weiterer Untersuchung.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Sektion **Brachythrix** Exosporen immer abfallend, zu vielen aus dem größten Teil des Sporangiums gebildet. Pflanzen einzeln oder gesellig.

1. Sporangien keulenförmig oder länglich zylindrisch.
   - A. Sporangien gerade oder leicht gekrümmt.
     - a) Sporangien bis 38 μ lang. **Ch. confervicola** 1.
     - b) Sporangien bis 200 μ lang. **Ch. filamentosus** 2.
   - B. Sporangien ± halbkreisförmig gekrümmt. **Ch. curvatus** 3.
2. Sporangien nach der Spitze zu allmählig verjüngt.
   - A. Sporangien bis 30 μ lang. **Ch. gracilis** 4.
   - B. Sporangien bis 5 μ lang. **Ch. hyalinus** 5.

II. Sektion **Euchamaesiphon** Exosporen immer abfallend, nur am Scheitel des Sporangiums zu wenigen gebildet[1]). Pflanzen einzeln oder gesellig.

1. Sporangien kugelig oder ellipsoidisch. **Ch. subglobosus** 6.
2. Sporangien fast zylindrisch oder fast eiförmig. **Ch. minutus** 7.
3. Sporangien zylindrisch, gleich breit.
   - A. Meist ohne Fuß. **Ch. cylindricus** 8.
   - B. Meist mit Fuß.
     - a) Sporangien blaugrün, Wand am Scheitel verdickt. **Ch. Africanus** 9.
     - b) Sporangien violett, Wand am Scheitel nicht verdickt. **Ch. amethystinus** 10.

1) Sind die Sporangien 20—100 μ lang und ± halbkreisförmig gebogen, so siehe *Ch. curvatus*.

4. Sporangien keulenförmig.
   A. Pseudovagina farblos.
      a) Sporangien bis 2,5 μ breit.
         α) Mit 1—2 Exosporen, rosa. **Ch. Rostafinskii** 11.
         β) Mit 2—7 Exosporen, fast farblos. **Ch. macer** 12.
      b) Sporangien breiter. **Ch. incrustans** 13.
   B) Pseudovagina gefärbt.
      a) Pseudovagina und Lager rostgelb bis kupferrot. **Ch. Polonicus** 14.
      b) Pseudovagina dunkelbraun, Lager braun bis fast schwarz. **Ch. fuscus** 15.

III. Sektion **Godlewskia**. Exosporen häufig in Verbindung mit der Mutterpflanze keimend, wodurch Kolonien entstehen[1]).

1. Pseudovagina gefärbt.
   A. Pseudovagina und Lager rostgelb bis kupferrot. **Ch. Polonicus** 14.
   B. Pseudovagina dunkelbraun, Lager braun bis fast schwarz. **Ch. fuscus** 15.
2. Pseudovagina farblos.
   A. Sporangien 1,8—3,6 μ breit. **Ch. oncobyrsoides** 16.
   B. Sporangien breiter.
      a) Exosporen in der Regel nur durch Querteilung gebildet. **Ch. polymorphus** 17.
      b) Exosporen häufig durch Quer- und Längsteilung gebildet. **Ch. aggregatus** 18.

I. Sektion. **Brachythrix**

1. **Chamaesiphon confervicola** A. Br. (Fig. 183). — Sporangien einzeln oder gesellig, länglich-zylindrisch bis keulenförmig, gerade oder leicht gekrümmt, mit Fuß, an der Basis 1—2 μ, an der Spitze 3—9 μ breit, 15—38 μ lang, blaugrün, olivengrün oder schmutzig violett. Pseudovagina dünn, farblos. Exosporen durch Quer- und Längsteilungen oder nur durch Quer-

Fig. 183—185. 183 *Chamaesiphon confervicola* (660×, nach Kirchner) 184 *Ch. gracilis* (nach Hansgirg). 185 *Ch. hyalinus* (nach Scherffel).

1) In der Jugend leben die Arten naturgemäß einzeln oder gesellig und sind dann von manchen Formen der vorhergehenden Sektionen nicht zu unterscheiden. *Ch. Polonicus* und *Ch. fuscus* leben oft dauernd ohne Kolonien zu bilden.

teilungen zu vielen aus dem größten Teil des Sporangiums entstehend, 2—4 μ breit. — In stehenden und fließenden Gewässern, an Algen, Wassermoosen u. dgl., im Plankton auf *Botryococcus*.

2. **Chamaesiphon filamentosus** Ghose (Fig. 189). — Sporangien einzeln oder gesellig, keulenförmig, gerade, mit Fuß, an der Basis 4—6 μ breit, bis 200 μ lang. Pseudovagina dünn, farblos. Exosporen fast aus dem ganzen Sporangium gebildet. — In einer Pfütze an *Pithophora* sp., Lahore.

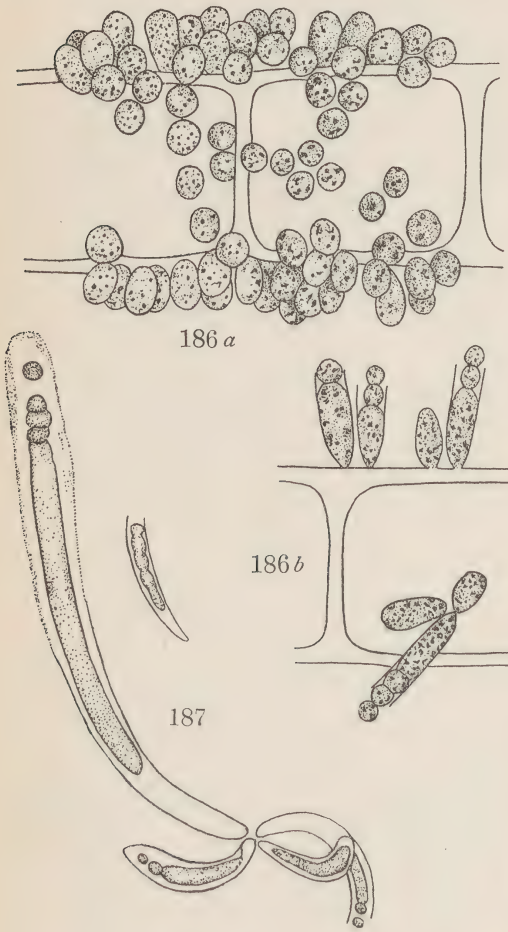


Fig. 186, 187.
186 *Chamaesiphon incrustans*. *a* junge, *b* reife Sporangien (nach West).
187 *Ch. curvatus* (nach Nordstedt).

Die Art bedarf weiterer Untersuchung. Die Exosporen scheinen, wie aus den Abb. ersichtlich ist, nicht in streng basipetaler Reihenfolge gebildet zu werden, sondern es scheinen auch interkalare Teilungen (Figur 189 *a*) vorzukommen. Demnach dürfte es sich um eine der Gattung *Clastidium* nahestehende Form handeln, aus der wegen des Mangels einer Schleimborste eine eigene Gattung zu bilden wäre.

3. **Chamaesiphon curvatus** Nordst. (Fig. 187). — Sporangien einzeln oder gesellig, keulenförmig oder fast zylindrisch, ± halbkreisförmig gekrümmt, 3—10 μ breit, 20—150 μ lang, blaß blaugrün. Pseudovagina dünn, farblos, manchmal etwas schleimig. Exosporen zu vielen, aber meist nur am Scheitel gebildet. — In stehenden und fließenden Gewässern auf Wasserpflanzen, im Plankton auf *Botryococcus*.

4. **Chamaesiphon gracilis** Rabh. (Fig. 184). — Sporangien einzeln oder gesellig, gerade oder schwach gekrümmt, gegen die Spitze zu allmählich verjüngt, zugespitzt oder abgerundet, mit deutlich abgesetztem Fuß, in der Mitte 1,5—2, seltener bis 2,5 μ breit, 25—30 μ lang, blaß blau- oder olivengrün. Pseudovagina dünn, farblos. Exosporen aus dem ganzen Sporangium gebildet. — In stehenden und fließenden Gewässern, auch in heißen Quellen, auf Fadenalgen.

   Von dieser Art gilt dasselbe wie von *Ch. filamentosus*. Schon Hansgirg meint, daß es sich um keine echte *Ch.*-Art handelt, sondern daß sie eher zu *Clastidium* zu stellen wäre.

5. **Chamaesiphon hyalinus** Scherffel (Fig. 185). — Sporangien schwach kegelförmig, am Scheitel plötzlich verjüngt, 2 μ breit, 5 μ lang, farblos. Exosporen zahlreich, 1 μ breit. — Auf *Epithemia turgida* in Ungarn.

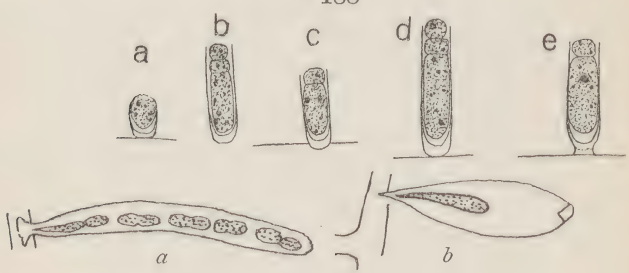
   Die Art bedarf weiterer Untersuchungen. Wie aus Fig. 185 ersichtlich ist, zeigt sie ein von den anderen *Ch.*-Arten ziemlich abweichendes Aussehen.

II. Sektion. **Euchamaesiphon**

6. **Chamaesiphon subglobosus** (Rost.) Lemm. — Sporangien einzeln, kugelig oder ellipsoidisch, bis 5 μ lang, blaß blaugrün. Exosporen zu 1—2. — In stehenden Gewässern an Fadenalgen.

7. **Chamaesiphon minutus** (Rost.) Lemm. — Sporangien einzeln oder gesellig, fast zylindrisch oder fast eiförmig, bis 3 μ breit und 5 μ lang, blaß blau- oder olivengrün. Pseudovagina zart, farblos. Exosporen zu wenigen. — In stehenden Gewässern, nicht selten in Warmhausbecken, auf Fadenalgen.

188



189

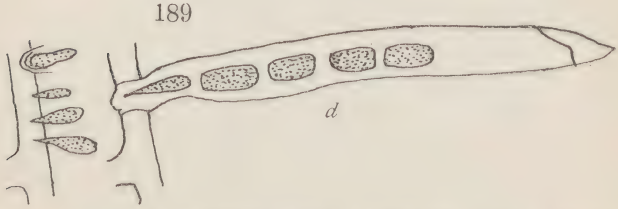


Fig. 188, 189. 188 *Chamaesiphon cylindricus*. *a—d* normale, *e* gestieltes Sporangium (1200×, nach Boye P.). 189 *Ch. filamentosus*. *b*, *c* junge, *a*, *d* reife Sporangien (*a* 350×; *b—d* 700×, nach Ghose).

8. **Chamaesiphon cylindricus** Boye P. (Fig. 188). — Sporangien vollkommen zylindrisch, gleich breit, ohne Fuß oder selten mit einem kleinen Fuß, 2—2,5 μ breit, 11—13,2 μ lang. Pseudovagina farblos, am Scheitel dünner als an der Basis. Exosporen zu wenigen, meist zu 2. — Epiphytisch auf *Cladophora* in einem See in Island.

   Die Art steht *Ch. Africanus* sehr nahe; sie unterscheidet sich von diesem durch das häufige Fehlen des Fußes und durch die am Scheitel nicht verdickte Pseudovagina.

9. **Chamaesiphon Africanus** Schmidle. — Sporangien gesellig, zylindrisch, gerade oder schwach gekrümmt, mit breitem, kurzem Fuß, 5 μ breit, 18 μ lang, blaugrün. Pseudovagina am Scheitel oft verdickt. Exosporen? — Auf *Chantransia* in einem Bach in Kamerum var. *minimus* (Schmidle) Lemm. — Sporangien 1,8 μ breit, 3,5 μ lang. — Zusammen mit der typischen Form.

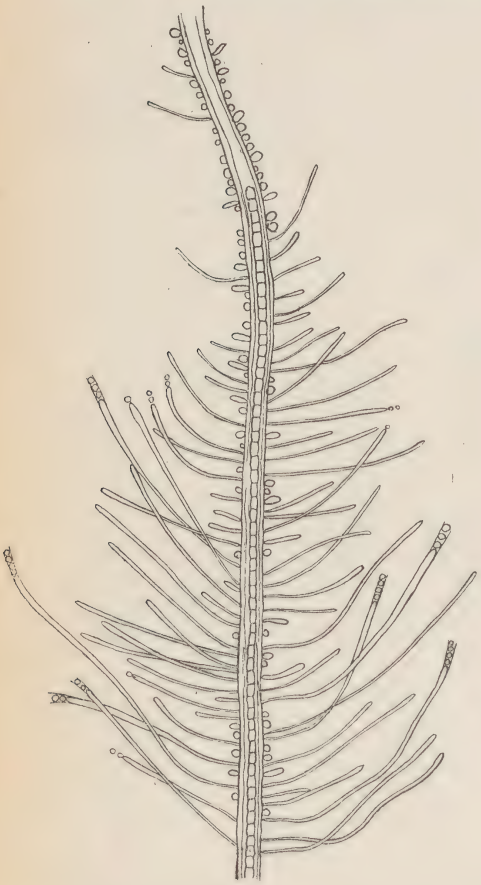


Fig. 190. *Chamaesiphon macer* (800×, nach Geitler).

10. **Chamaesiphon amethystinus** (Rost.) Lemm. — Sporangien einzeln oder gesellig, zylindrisch, 5 μ breit, 8 bis 12 μ lang, violett, mit farbloser, weit geöffneter Pseudovagina. Exosporen 1 oder 2. — In stehenden Gewässern an Steinen oder Fadenalgen.

11. **Chamaesiphon Rostafinskii** Hansg. — Sporangien einzeln oder gesellig, lang und schmal, keulenförmig oder zylindrisch, 1—2,5 μ breit, 5—21, seltener bis 40 μ lang, blaß rosa. Pseudovagina dünn, farblos. Exosporon 1 oder 2. — In stehenden Gewässern meist auf Fadenalgen, seltener auf Steinen.

12. **Chamaesiphon macer** Geitler (Fig. 190). — Sporangien gesellig, schwach keulenförmig, gerade oder gekrümmt, schmal

und lang, am Scheitel 1,5—2, seltener bis 2,5 μ breit, 20—40, seltener bis 50 μ lang, farblos, zu mehreren übereinander blaß olivengrün oder rötlich. Pseudovagina zart, fest, farblos, eng. Exosporen meist zu 3—4, maximal zu 7. — Auf *Schizothrix tinctoria* in einem Wasserfall bei Lunz, Nied.-Österr.

Bei schwächerer Vergrößerung bietet die Art das Bild eines Besatzes epiphytischer Bakterien. — Sie steht wohl *Ch. Rostafinskii* nahe.

13. **Chamaesiphon incrustans** Grun. (Fig. 186). — Sporangien meist gesellig, keulenförmig oder fast zylindrisch, an der Basis

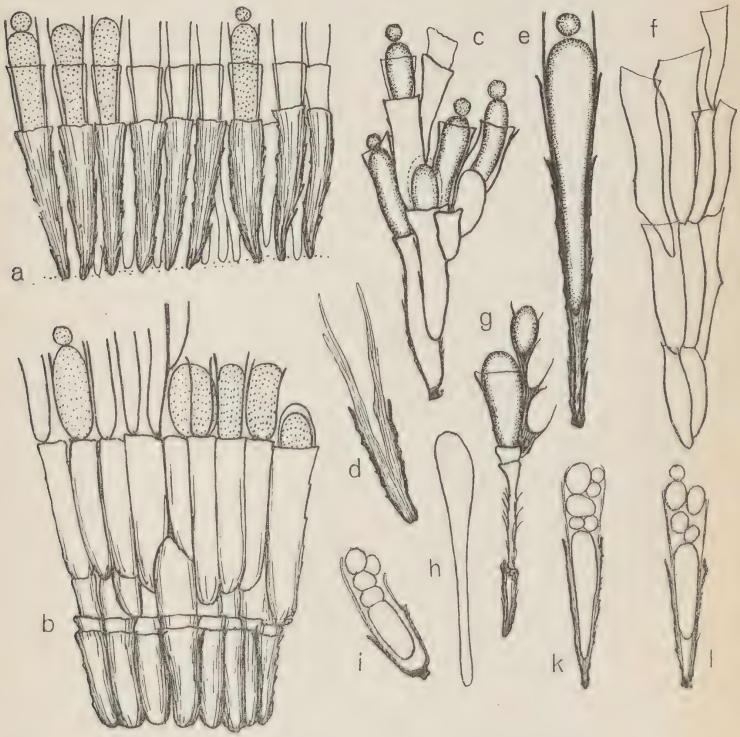


Fig. 191. *Chamaesiphon fuscus*. *a* Teil eines einschichtigen gezonten Lagers, *b* eines mehrschichtigen gezonten Lagers; *c*, *f*, *g* Koloniebildung; *e* Einzelzelle mit Pseudovagina, *d* leere Pseudovagina, *h* aus der Pseudovagina ausgedrückte Zelle; *i*—*l* abnorme Bildungsweise der Exosporen unter Quer- und Längsteilung, in *l* links oben eine herangewachsene Exospore, die neuerdings eine Exospore gebildet hat (800×, nach Geitler).

1—3, am Scheitel bis 8,5 μ breit, 7—30 μ lang, blaugrün oder olivengrün, manchmal karminrot bis violett. Pseudovagina dünn, farblos. Exosporen meist zu 2—3, selten zu mehreren. — In stehenden und fließenden Gewässern, auf Algen und Wasserpflanzen.

In der *Fontinalis*-Zone des Lunzer Untersees (Nied.-Österr.) in 8—12 m Tiefe zeigen die Zellen deutlich rote bis violette Farbentöne. Die Art ist ziemlich polymorph; es lassen sich folgende Formen unterscheiden:

f. *Asiatica* Wille. — Sporangien 4 μ breit, bis 20 μ lang;

f. *longissima* Wille. — Sporangien 2—3 μ breit, bis 46 μ lang. — Beide auf *Rhizoclonium macromeres*, Pamir.

III. Sektion. **Godlewskia**[1])

14. **Chamaesiphon Polonicus** (Rost.) Hansg. (Fig. 192, 193*a*). — Sporangien gesellig oder koloniebildend. Lager rostgelbe bis kupferrote oder rotbraune, schwer abkratzbare Krusten

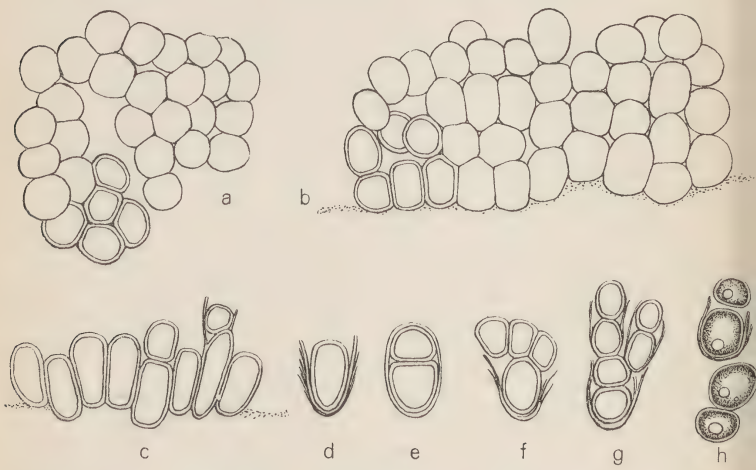


Fig. 192. *Chamaesiphon Polonicus*. *a* Lager von oben, *b* im Profil gesehen, von einem trockenen Standort während einer Trockenperiode; Exosporenbildung sistiert; *c—h* Detailbilder aus Lagern aus einem Bach 700×, n(ach Geitler).

bildend, aus unregelmäßigen aufrechten, oft zu einem scheinbaren Parenchym dicht zusammenschließenden Zellen gebildet. Sporangien ellipsoidisch oder fast kugelig, manchmal länglich und kurzzylindrisch, 3—6 μ breit, 4—10 μ lang, an manchen Standorten bis 9 μ breit und 15 μ lang, gelblich, olivengrün oder graugrün, aber immer sehr blaß gefärbt. Pseudovagina im Alter dick, geschichtet, orange, rostgelb oder rotbraun gefärbt, fest, nicht verschleimend. Exosporen meist 1—2, abfallend oder nicht abfallend und in Verbindung mit der Mutterpflanze keimend, manchmal endogen gebildet, bei Trockenheit sich

1) In der Jugend leben die Formen naturgemäß einzeln oder gesellig und sind dann von manchen Arten der vorhergehenden Sektionen nicht zu unterscheiden. *Ch. Polonicus* und *Ch. fuscus* leben oft dauernd ohne Kolonien zu bilden.

noch vor dem Wachstum mit einer dicken, festen Membran umgebend, die beim späteren Wachstum gesprengt wird. — In schnellfließenden Gebirgsbächen an Steinen, oft auf weite Strecken hin auffallende rotbraune Färbungen hervorrufend. Häufig an zeitweise trocken liegenden Standorten, an Felswänden, am Ufer von Bächen und Seen über der Niederwasserlinie. Wohl oligo- und stenotherm.

Die Art ist schon makroskopisch an der Farbe der Lager von der folgenden zu unterscheiden.

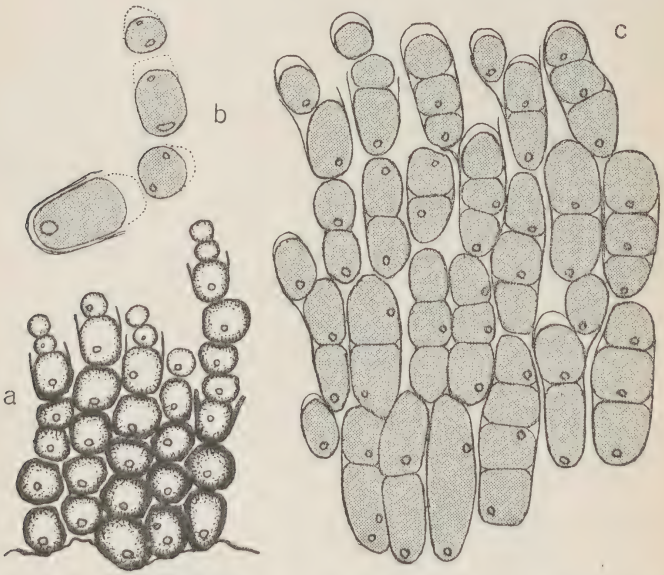


Fig. 193. *a Chamaesiphon Polonicus*, Lager eines feuchten Standortes im Profil; *b*, *c Ch. polymorphus*; *b* einzelne Zellen, *c* Teil eines Lagers mit endogener Entstehung der Exosporen (*a* 800×, *b*, *c* 1200× nach Geitler).

15. **Chamaesiphon fuscus** (Rost.) Hansg. (Fig. 191). — Lager dunkelbraune bis fast schwarze, meist deutlich begrenzte Flecken und leicht abkratzbare Krusten bildend, aus einer oder mehreren (bis fünf) Schichten übereinander stehender Sporangien gebildet. Sporangien gesellig oder koloniebildend, keulenförmig, seltener fast zylindrisch, 2,5—6, seltener bis 8 μ breit, 5—20, seltener bis 30 μ lang, gelblich, olivengrün oder rötlich, immer sehr blaß gefärbt. Pseudovagina im Alter dick, fest, mit divergierenden Schichten, oft deutlich aus tutenförmigen ineinandersteckenden Stücken zusammengesetzt, außen rauh, zerfasert, schmutzig oder rein braun, nie deutlich rotstichig, nie verschleimend. Exosporen 1—2, nur ausnahmsweise mehr, in der Regel durch Querteilung, selten auch durch Längsteilung gebildet, meist deutlich schmäler als der Scheitel der abschnürenden Zelle, entweder abfallend oder sich am Rand der Pseudovagina festsetzend und sich weiterentwickelnd. Lager

durch die bei allen Zellen in gleicher Höhe endigenden Stücke der Pseudovagina und durch die übereinanderstehenden Schichten von Zellen ± regelmäßig gezont. — In schnellfließenden Gebirgsbächen an Steinen. Wohl oligo- und stenotherm.

Im Gegensatz zu *Ch. Polonicus* meidet diese Art trockene Standorte.

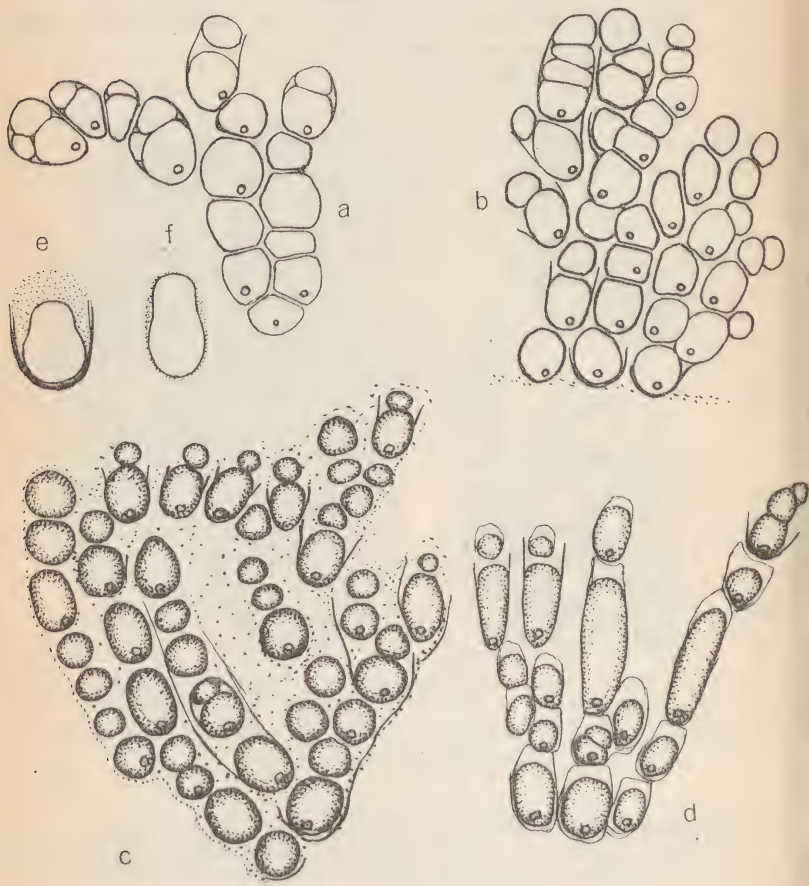


Fig. 194. *Chamaesiphon polymorphus.* *a—d* verschiedene Formen der Koloniebildung, die gemeinsame Gallerte nur in Figur *c* angedeutet; *e*, *f* flaschenförmige Einzelzellen, die Gallertproduktion am Scheitel zeigend (1200×, nach Geitler).

16. **Chamaesiphon oncobyrsoides** Geitler (Fig. 195). — Lager schleimig, klein, länglich oder ± kugelig, aus radiär angeordneten Reihen von Sporangien bestehend. Sporangien in der Jugend gesellig, später koloniebildend, ellipsoidisch oder seltener fast zylindrisch, manchmal an der Spitze verjüngt, 1,8—3, seltener bis 3,6 μ, meist 2,7 μ breit, bis 5 μ lang, blaßviolett, rosa oder schmutzig violett, seltener gelblich, mit zarter, farb-

loser, verschleimender Pseudovagina, in gemeinsamen Schleim eingebettet. Exosporen 2—3, selten 4, meist nicht abfallend, sondern sich in Verbindung mit der Mutterzelle weiterentwickelnd. — Epiphytisch auf fadenförmigen Cyanophyceen

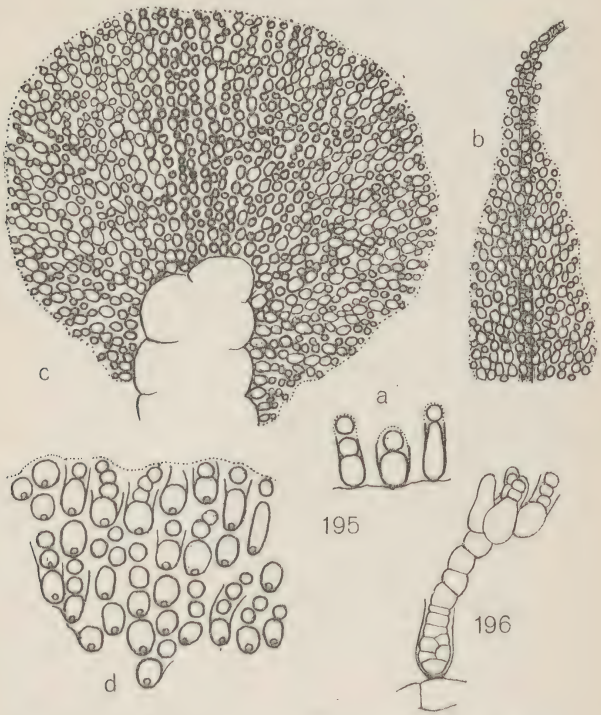
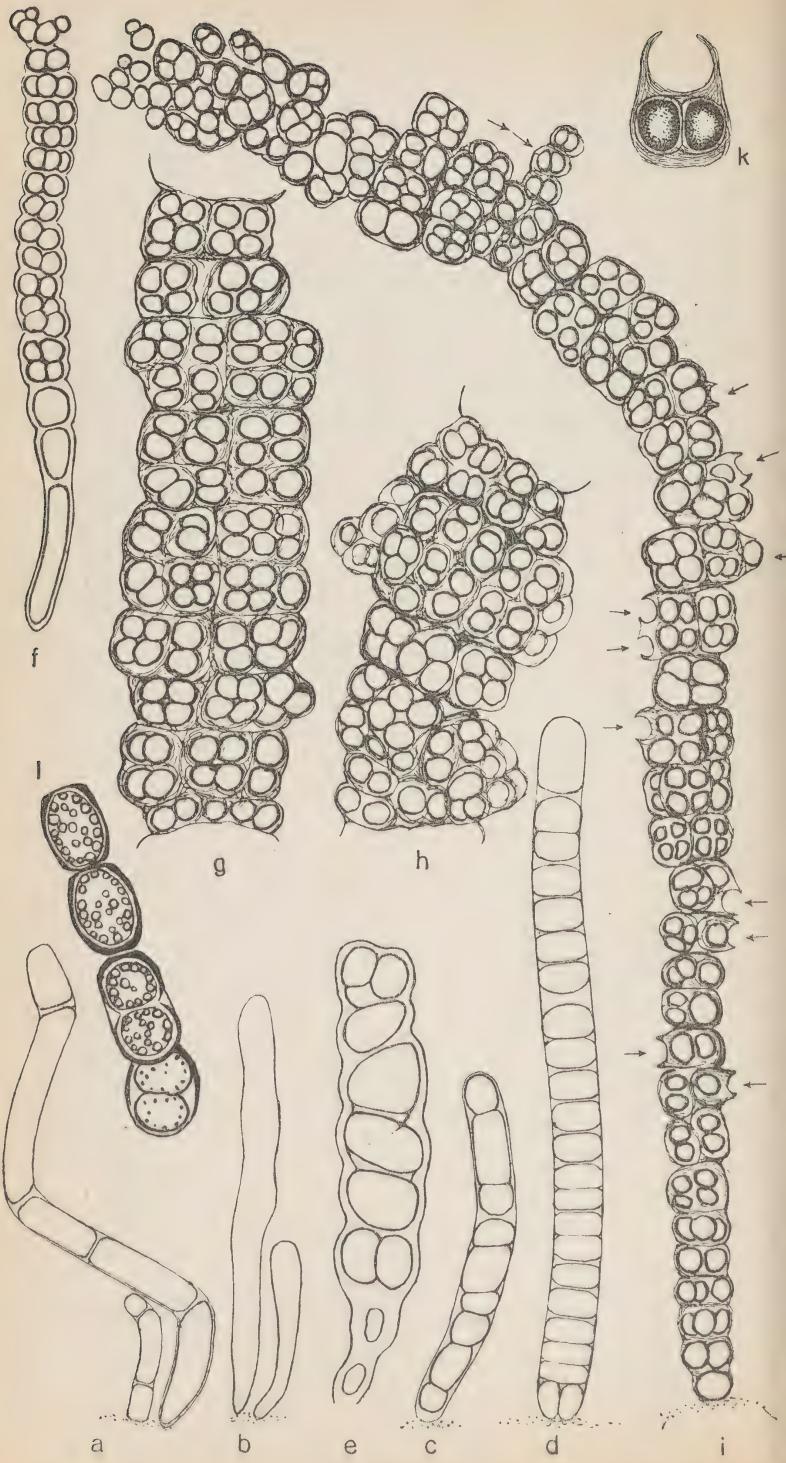


Fig. 195, 196. 195 *Chamaesiphon oncobyrsoides.* *a* Einzelzellen, *b* längliches Lager auf einem Faden von *Schizothrix tinctoria*, *c* kugeliges Lager auf einem Faden von *Siphononema Polonicum*, *d* Detailbild aus *c* (nach Geitler). 196 *Ch. aggregatus* (625×, nach Janczewski).

(Schizothrix, Siphononema) im Tropfwasser auf Steinen und an feuchten Felswänden bei Lunz, Nied.-Österr.

Die Abgrenzung der Art ist oft schwierig, da sich Übergänge zu *Ch. polymorphus* finden.

17. **Chamaesiphon polymorphus** Geitler (= *Hyellococcus niger* Schmidle? = *Ch. [Godlewskia] aggregatus?*) (Fig. 193 *b*, *c*, 194). — Lager dünn, schleimige, dunkelgrüne, braungrüne oder violettbraune Überzüge auf Steinen bildend. Sporangien in der Jugend gesellig, später koloniebildend, zylindrisch oder ellipsoidisch, manchmal flaschenförmig, am Scheitel oft mit einer anfangs festen, später zerfließenden farblosen Schleimkappe, dunkelolivengrün, lebhaft blaugrün oder braun bis violett, selten blaß olivengrün oder gelblich gefärbt, 3—6 μ breit, meist 7, seltener bis 9 μ lang. Pseudovagina zart, farblos,


k
f
g
h
l
a
b
e
c
d
i

selten im Alter etwas gelblich, verschleimend. Exosporen zu 1—4, meist durch Querteilungen, seltener auch durch Längsteilungen und schiefe Teilungen gebildet, manchmal endogen entstehend, meist nicht abfallend. Kolonien aus aufrechten, unregelmäßigen, verzweigten, fadenartigen Zellreihen bestehend. — In Bächen bei Lunz (Nied.-Österr.), im Spritzwasser in Brunnentrögen u. dgl. bei Wien.

Die Art setzt sich wahrscheinlich aus einem Gemisch verschiedener guter Arten zusammen. Fast an jedem Standort findet man ein etwas anderes Aussehen. — Die Art ist in Gebirgsbächen sehr häufig. Weitere Untersuchungen sind nötig.

Wahrscheinlich ist hierher Schmidles *Hyellococcus* zu zählen. Jedenfalls handelt es sich um eine *Chamaesiphon*-Form aus der Sektion *Godlewskia*.

18. **Chamaesiphon aggregatus** (Jancz.) Geitler (= *Godlewskia aggregata* Jancz.) (Fig. 196). — Sporangien einzeln oder koloniebildend, flaschenförmig, blaugrün. Pseudovagina gallertig. Exosporen durch Quer- oder auch durch Längsteilung gebildet, nicht abfallend, sondern unregelmäßig verzweigte Kolonien bildend. — Auf *Batrachospermum* in Gräben bei Krakau.

Die Art ist unvollkommen beschrieben. Größenangaben fehlen. Nach der Abb. ist zu schließen, daß die Größenverhältnisse ungefähr mit *Ch. polymorphus* übereinstimmen. Ob die Art mit diesem identisch ist, läßt sich nicht entscheiden.

Siphononematales

Pflanzen in der Jugend einzellig, mit einem Ende festsitzend, später durch endogene Teilungen einen Faden bildend. Fäden einreihig oder mehrreihig, aufrecht, meist unverzweigt, seltener mit seitlicher Verzweigung. Zellen mit *Gloeocapsa*-artigen Hüllen, oft in einer Pseudovagina eingeschlossen. Fortpflanzung durch Abschnürung *Exosporen*-artiger Zellen.

Einzige Familie:

Siphononemataceae

mit den Merkmalen der Ordnung.

Einzige Gattung:

Siphononema Geitler

Pflanzen anfangs einzellig, langzylindrisch oder keulenförmig, gerade oder gekrümmt, mit zarter, farbloser, später dicker gelber

Fig. 197. *Siphononema Polonicum*. *a—e* status juvenilis, *f—k* status stigonematoides; *b* junge, noch ungegliederte Pflanzen, *a*, *c*, *e* ältere Stadien, *d* Beginn des status stigonematoides; *f* junger Faden, *g*, *h* Teile eines alten Fadens, *i* älterer Faden mit Bildung der Fortpflanzungszellen (bei den Pfeilen), *k* einzelne Zellgruppe, mit einer ausgetretenen Fortpflanzungszelle, *l* Dauerzellen (*d*, *e* 1600×, *a—c*, *l* 1000×, *f—k* 700×, nach Geitler).

Pseudovagina, an einem Ende festgewachsen, aufrecht, später durch Zerfall des Inhalts mehrzellig (status juvenilis). Weiterentwicklung entweder unter Erhaltenbleiben der Pseudovagina durch Teilungen nach drei Raumrichtungen, wodurch aufrechte, von der Pseudovagina eingeschlossene, fadenartige Reihen von Zellen entstehen (status chamaesiphonoides), oder durch Auswachsen der Jugendpflanzen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen unter Betonung des Spitzenwachstums zu langen, mehrreihigen *Stigonema*-artigen Fäden (status stigonematoides) oder durch Bildung scheindichotom verzweigter, kurzer, aufrechter, seitlich miteinander verwachsener Fäden (status pleurocapsoides). In allen Stadien kann ein *Chroococcaceen*-Stadium eingeschaltet werden. Zellen anfangs mit zarten und farblosen, später mit dicken, orange bis rotbraun gefärbten, oft ineinandergeschachtelten Spezialgallerthüllen. Fortpflanzung durch Abschnürung lateral oder terminal im Thallus liegender Zellen, wobei die aufgerissene Gallerthülle der ausgetretenen Zelle als becherförmiges Gebilde zurückbleibt. Dauerzellen im status juvenilis bekannt.

Einzige Art:

Siphononema Polonicum (Rac.) Geitler (= *Pleurocapsa Polonica* Rac.) (Fig. 197—200). — Lager auf Steinen orange- bis kupferrote oder rotbraune, seltener fast zinnoberrote Krusten bildend, aus aufrechten, sehr verschieden gestalteten Fäden bestehend. Vegetative Zellen kugelig, ellipsoidisch, lang-zylindrisch oder scheibenförmig, immer sehr blaß gefärbt, graugrün, olivengrün, violett oder schmutzig gelblich, 2—7,5 μ breit, 2—90 μ lang. Dauerzellen 7—8 μ breit, 10—11 μ lang, mit doppelter, innen gelber, außen brauner, glatter Wand. — In Bergbächen oder im Spritzwasser von Wasserfällen bei Lunz (Nied.-Österr.) und am Ufer des Czarny staw (Tatra) auf Steinen oder Holz. Wahrscheinlich im Gebirge weit verbreitet.

Status juvenilis (Fig. 197 *a*—*e*, *l*). — Einzellige Pflanzen langzylindrisch oder keulenförmig, gerade oder gekrümmt, 4 bis 7,5 μ breit, bis 90 μ lang, mit zarter Pseudovagina (*b*). Pseudovagina anfangs farblos, später gelb bis bräunlich. Durch sukzedane und interkalare Querteilungen entstehen im Innern der Pseudovagina mehrere anfangs ungleich lange (*a*, *c*, *e*) zylindrische Zellen, die später weiter zerlegt werden, wodurch ein einreihiger, aus scheibenförmigen Zellen aufgebauter Faden entsteht (*d*). Vereinzelt treten Längsteilungen auf (*d*, unten).

Status chamaesiphonoides (Fig. 199). — Lager orange bis kupfer- oder fast zinnoberrot, aus aufrechten, dicht gedrängten, ein- bis mehrreihigen fadenartigen Gruppen von Zellen bestehend. Zellen mit orangeroten bis rotbraunen, engen oder *Gloeocapsa*-artigen Gallerthüllen, ohne Hüllen 3,5—7 μ breit, meist 3—7 μ lang, kugelig, ellipsoidisch oder abgeplattet, so lang wie breit oder bis $^1/_2$mal so lang als breit, in der gemeinsamen, anfangs geschlossenen, später am Scheitel geöffneten, rotbraunen Pseudovagina eingeschlossen. Endzellen häufig stark verlängert, bis 20 μ lang. Dicke der Fäden mit Pseudovagina meist 15—20, seltener bis 30 μ. Durch Zerfall in einzelne Gruppen entstehen oft *Gloeocapsa*-artige Lager.

Status stigonematoides (Fig. 197*f*—*k*, 198, 200*a*). — Lager orangegelb bis rotbraun, aus aufrechten, mehrreihigen, unverzweigten oder am Scheitel verzweigten (198*b*), *Stigonema*-artigen Fäden bestehend. Zellen mit anfangs zarten, weichen, farblosen

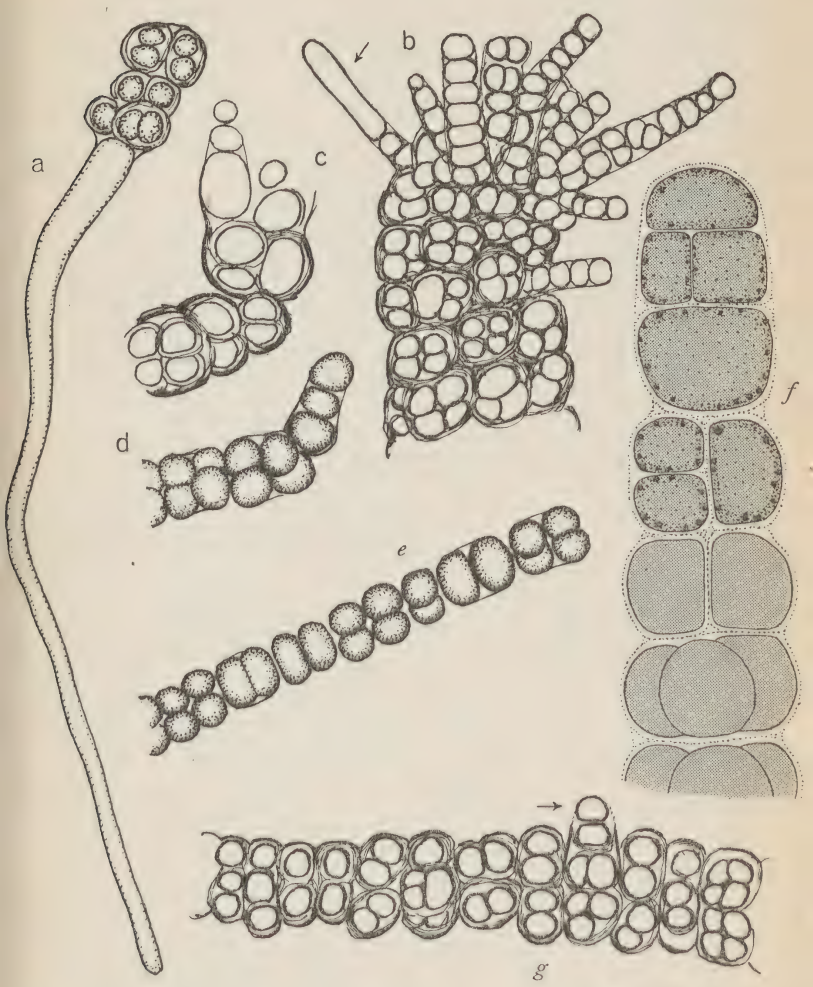


Fig. 198. *Siphononema Polonicum*, status stigonematoides. *a* Ende eines Fadens, mit einer noch ungegliederten, langen, basalen Zelle; *b* austreibendes Fadenende, beim Pfeil ein Faden mit einer langen, noch ungegliederten Endzelle; *c* eben austreibendes Fadenende; *e* Ende eines jungen Fadens; *f* Ende eines jungen Fadens, die zarten, ineinandergeschachtelten Hüllen zeigend; an der Peripherie des Protoplasten sind das dünne Chromatoplasma und die Ektoplasten sichtbar; *g* älterer Faden mit Bildung einer Fortpflanzungszelle, die aber nicht abgefallen ist, sondern zu einem Seitenzweig auswächst (*g* 3000×, die übrigen 700—1000×, nach Geitler).

bis gelben, später dicken, festen, orangeroten bis rotbraunen, ineinandergeschachtelten Hüllen, 2,5—3,5 μ, selten bis 5,5 μ breit, kugelig oder ± abgeplattet, in jungen Fäden häufig kürzer als breit und scheibenförmig. Endzellen junger Fäden manchmal stark verlängert, bis 10 mal so lang als breit (198 *b* ↓). Alte, vielreihige Fäden bis

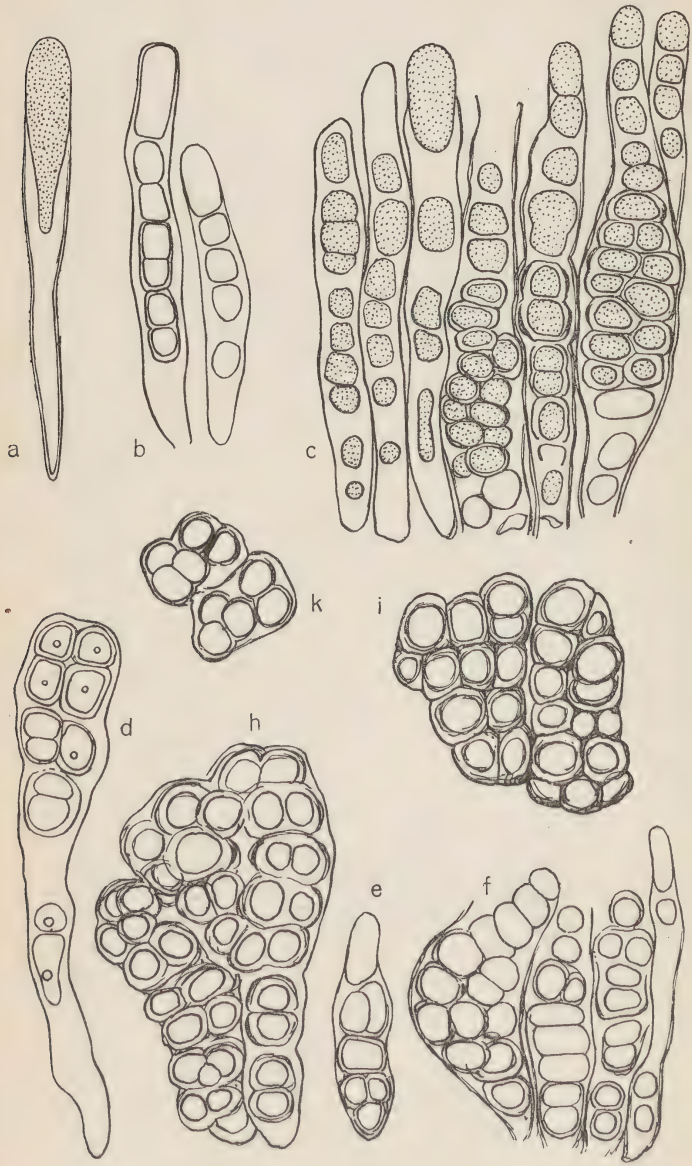


Fig. 199. *Siphononema Polonicum*, status chamaesiphonoides (700×, nach Geitler).

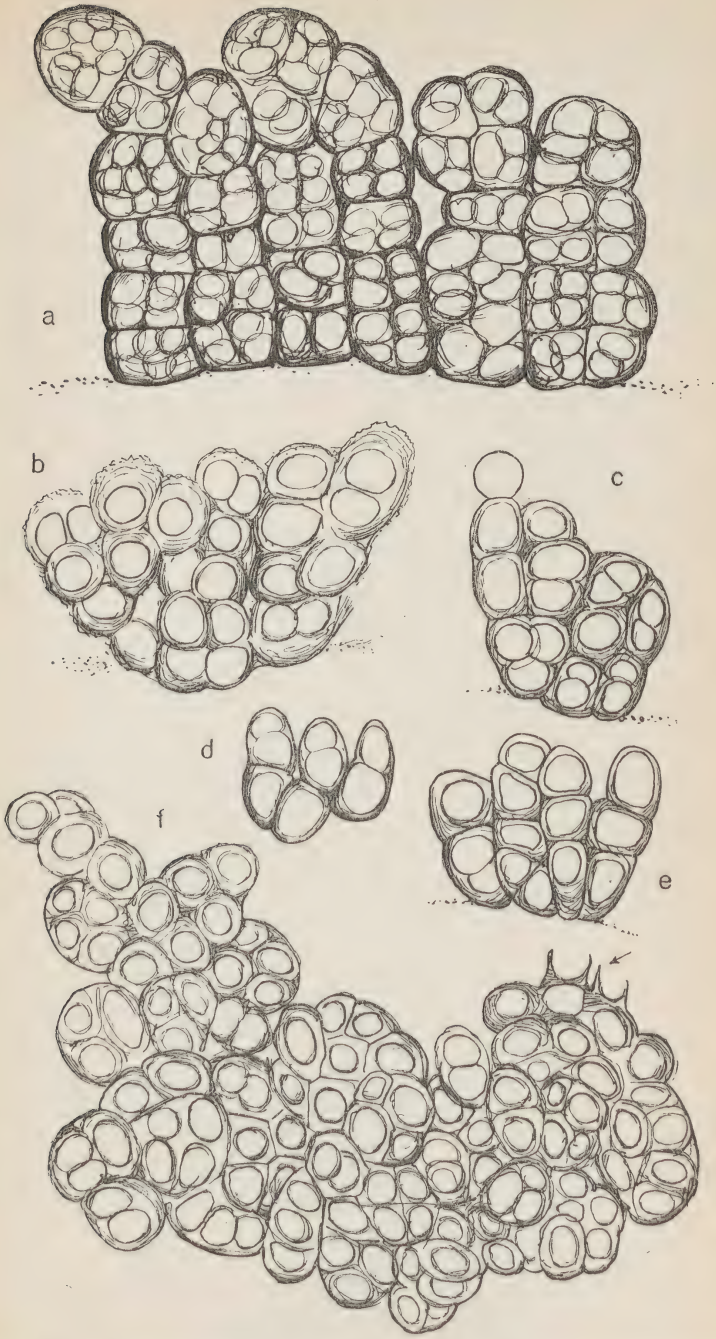


Fig. 200. *Siphononema Polonicum.* *a* Übergangsstadium vom status stigonematoides in das Chroococcaceen-Stadium, *b*—*f* status pleurocapsoides, in *f* beim Pfeil die becherförmigen Hüllen zweier ausgetretener Fortpflanzungszellen (*a* 1000×, *b*—*f* 800×, nach Geitler).

45 μ dick, bis 300 μ lang. Durch Zerfall in einzelne Zellgruppen entstehen *Gloeocapsa*-artige Lager.

Status pleurocapsoides (Fig. 200 *b—f*). — Lager dunkelrotbraun bis bräunlich purpurn, aus kurzen, aufrechten, häufig scheindichotom verzweigten, ± deutlichen Fäden bestehend. Zellen kugelig, eiförmig, oder ellipsoidisch, mit dicken, festen, ± brüchigen, dunkelrotbraunen Hüllen, 3,5—5,5 μ breit.

Die systematische Stellung der Gattung ist noch fraglich. Sie zeigt im status juvenilis und status chamaesiphonoides Beziehungen zu *Chamaesiphon,* im status pleurocapsoides zu *Pleurocapsa*, im status stigonematoides zu *Stigonema* unter den Hormogoneen. Speziell die Ähnlichkeit mit *Stigonema mamillosum* ist groß. Doch fehlen Heterocysten und Hormogonien, eine Folge der fehlenden Plasmodesmen.

Zur Klärung der Entwicklungsgeschichte sind weitere Untersuchungen an anderen Standorten nötig. Es scheint, daß als Endstadium der status pleurocapsoides eintritt. Zwischenstadien zwischen dem status stigonematoides und dem status pleurocapsoides lassen sich oft beobachten. Das Auftreten des status chamaesiphonoides ist noch unklar. An manchen Standorten[1]) findet man die Pflanze ausschließlich in diesem Stadium. Es scheint ebenso wie der status pleurocapsoides stabil zu sein, während der status juvenilis und der status stigonematoides nur vorübergehend entstehen.

Obwohl die einzelnen Stadien sehr verschieden aussehen, ist ihr genetischer Zusammenhang doch sicher. Fig. 197 *f* und 198 *a* zeigen deutlich den Übergang vom status juvenilis in den status stigonematoides. Beim Austreiben alter Fäden zeigen die jungen Äste häufig das Aussehen des status juvenilis (Fig. 198 *b* ↓). Auch der Übergang zwischen dem status stigonematoides und dem status pleurocapsoides läßt sich oft gut verfolgen[2]). Der status chamaesiphonoides kann direkt aus dem status juvenilis entstehen (Fig. 199 *a*, *b*), scheint sich aber auch aus anderen Stadien entwickeln zu können.

Eigentümlich sind die Fortpflanzungszellen. Sie entstehen oft ganz ähnlich wie die Exosporen bei *Chamaesiphon* (Fig. 198 *c*), in anderen Fällen handelt es sich einfach um das Austreten einer peripher gelegenen Thalluszelle. Die Hülle wird durchbrochen und bleibt als becherförmiges Gebilde zurück (Fig. 197 *i*, *k*, 200 *f*). Wahrscheinlich kann im status stigonematoides und im status pleurocapsoides Nannocytenbildung erfolgen[3]).

---

1) So im Lechnergraben bei Lunz (N.-Österr.).

2) Verf. beobachtete in Lunz ein Lager, das sich innerhalb von 3 Monaten fast vollständig aus dem status stigonematoides in den status pleurocapsoides verwandelt hatte.

3) Kulturen mußten, bevor sie eindeutige Resultate lieferten, abgebrochen werden.

Hormogoneae

(Charakteristik siehe S. 51).

Bestimmungsschlüssel der Ordnungen.

I. Trichome mit echter, dichotomer, scheindichotomer oder seitlicher Verzweigung, oft mehrreihig.
Stigonematales (S. 165).

II. Trichome nicht verzweigt oder nicht echt, sondern scheinverzweigt, immer einreihig[1]). **Nostocales** (S. 202).

Stigonematales

Trichome regelmäßig oder unregelmäßig dichotom, scheindichotom oder unregelmäßig seitlich verzweigt, in der Jugend einreihig, im Alter häufig zwei- oder mehrreihig, in der Regel mit Spitzenwachstum, manchmal mit Scheitelzellwachstum und Segmentierung. Thallus sehr verschieden gebaut, nur aus kriechenden Fäden oder aus kriechenden und aufrechten Fäden; kriechende und aufrechte Fäden frei oder seltener seitlich miteinander verwachsen. Trichome manchmal in Haare ausgehend. Heterocysten und Hormogonien meist vorhanden, nur selten fehlend, Dauerzellen und Hormocysten vorhanden oder fehlend, Planococcen selten. Häufig *Chroococcaceen*-Stadien. Membranen im Alter oft nach dem *Gloeocapsa*-Typus gebaut.

Die Reihe umfaßt sehr verschiedene Typen, zum Teil Parallelformen zu anderen Reihen. So imitiert *Pulvinularia* den Thallus von *Oncobyrsa*, *Pleurocapsa* oder *Xenococcus*, *Stigonema* ist *Siphononema* ähnlich. *Mastigocoleus* zeigt durch die kalkbohrende Lebensweise manche Übereinstimmungen mit *Hyella*. *Rivulariaceen*-artige Haare besitzen *Loefgrenia* und *Mastigocoleus*.

Bei der seitlichen Verzweigung lassen sich zwei Typen unterscheiden. In einem Fall erfolgt in einer interkalaren Zelle des Hauptfadens eine Längsteilung, die eine Tochterzelle wird zur Spitzenzelle des Seitenzweiges; im anderen Falle beginnt die Entwicklung mit der Bildung einer seitlichen Ausstülpung, die erst später abgegliedert wird. Die Verbreitung der beiden Typen ließe sich vielleicht für die Systematik verwerten.

Charakteristisch ist für die *Stigonematales* die schwache Differenzierung in Scheide und Trichom. Beide bilden oft eine Einheit, ähnlich wie bei den *Pleurocapsaceen*. Bezeichnend ist auch die Tendenz zur Isolierung einzelner Zellen, die sich oft lange weiterteilen, ohne einen Faden zu bilden (*Chroococcaceen*-Stadium).

Beim Absterben und schlechter Fixierung zeigt sich oft ein deutlicher Zusammenhang benachbarter Protoplasten. Doch sind es nicht die Plasmodesmen selbst, die auf diese Weise sichtbar werden, sondern breite Plasmabrücken, die an den Tüpfeln hängen bleiben. Bei komplizierter gebauten Formen lassen sich mit Hilfe

---

1) Eine scheinbare Ausnahme bilden die keimenden Hormogonien mancher *Nostoc*-Arten und die basalen Teile der V-Verzweigungen der *Mastigocladaceen*.

dieser Plasmastränge im Nachhinein leicht die Zellteilungsfolgen ablesen, so wie dies auch bei den Florideen möglich ist. Sekundäre Tüpfel scheinen durchwegs zu fehlen.

Bestimmungsschlüssel der Familien.

I. Seitenzweige regelmäßig oder ± unregelmäßig dichotom verzweigt.
  1. Seitenzweige regelmäßig dichotom verzweigt.
    A. Fäden frei. **Loriellaceae** (S. 166).
    B. Thallus nematoparenchymatisch, ± halbkugelig. **Pulvinulariaceae** (S. 169).
  2. Seitenzweige ± regelmäßig subdichotom und seitlich verzweigt; Thallus ± halbkugelig oder krustenförmig, Fäden frei. **Capsosiraceae** (S. 170).

II. Verzweigung seitlich, ± unregelmäßig.
  1. Enden aller Trichome in Haare ausgehend; Scheiden fehlen. **Loefgreniaceae** (S. 172).
  2. Enden der Trichome nicht oder nur zum Teil in Haare ausgehend; Scheiden vorhanden.
    A. Seitenzweige von zweierlei Art: die einen lang, manchmal mit trichothallischem Wachstum und in ein Haar ausgehend, die anderen kurz, auf wenige (4—1) Zellen reduziert und mit einer terminalen Heterocyste [1]) abschließend, wodurch seitlich sitzende und gestielte Heterocysten entstehen. **Nostochopsaceae** (S. 172).
    B. Seitenzweige nicht von zweierlei Art, nicht mit terminalen Heterocysten abschließend, ohne seitlich sitzende oder gestielte Heterocysten, nie in Haare ausgehend. **Stigonemataceae** (S. 178).

Loriellaceae

Thallus festgeheftet, aus kriechenden oder aufrechten Fäden bestehend. Seitenzweige regelmäßig dichotom verzweigt, seltener mit seitlichen Verzweigungen. Heterocysten vorhanden, Dauerzellen und Hormogonien vorhanden oder fehlend.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Thallus nur aus kriechenden, im Alter mehrreihigen Fäden bestehend. Dauerzellen fehlen. **Hyphomorpha** (S. 166).
II. Thallus aus aufrechten, immer einreihigen Fäden bestehend. Dauerzellen vorhanden. **Loriella** (S. 168).

Hyphomorpha Borzi

Thallus festgeheftet, klein, aus dünnen, kriechenden, vielfach gewundenen und reichlich verzweigten, ± verschlungenen, im Alter

1) Ausnahme bei der fraglichen Gattung *Mastigocoleopsis*. Diese besitzt lange peitschenförmige und kurze zylindrische Zweige.

mehrreihigen Fäden bestehend. Seitenzweige wiederholt regelmäßig dichotom verzweigt, kurz und wenigzellig, einreihig. Scheiden dünn, homogen, farblos. Heterocysten spärlich, lateral im Hauptfaden; ein einziges Mal wurde eine terminale Heterocyste an einem Seitenast gefunden. Fragmentation der älteren Teile des Thallus und Bildung eines *Chroococcee*n-Stadiums. Dauerzellen fehlen. Hormogonien unsicher bekannt.

Einzige Art:

Hyphomorpha Antillarum Borzi (Fig. 201). — Fäden 3—5 μ breit, Heterocysten 2,5—4 μ breit. — Auf den Stämmen und Blättern baumbewohnender Lebermoose *(Trichocolea tomentosa)*, Antillen.

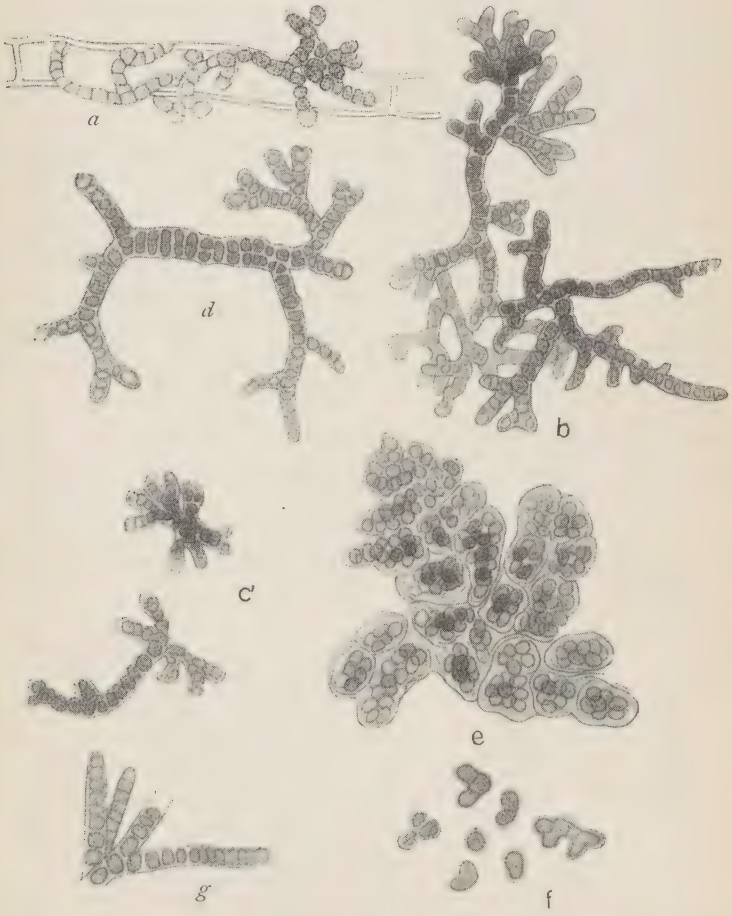


Fig. 201. *Hyphomorpha Antillarum*. *a—d* verschiedene Thallusformen, *e Chroococcee*n-Stadium, *f* keimende Gonidien, *g* Hormogonienbildung (200×, nach Borzi).

Loriella Borzi

Thallus festgeheftet, rasenförmig, aus steifen, aufrechten, regelmäßig wiederholt dichotom verzweigten, freien Fäden bestehend. Trichome immer einreihig, mit dicker, ± deutlich aus vielen tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehender Scheide mit divergierenden Schichten; Enden der Stücke als Querstreifen erscheinend. Heterocysten einzeln, selten terminal an der Spitze von Zweigen, meist interkalar und basal an den Dichotomien. Hormogonien 10 bis 14zellig, aus den Enden der Trichome gebildet. Dauerzellen zu vielen nebeneinander, größer als die vegetativen Zellen, mit dünner Wand.

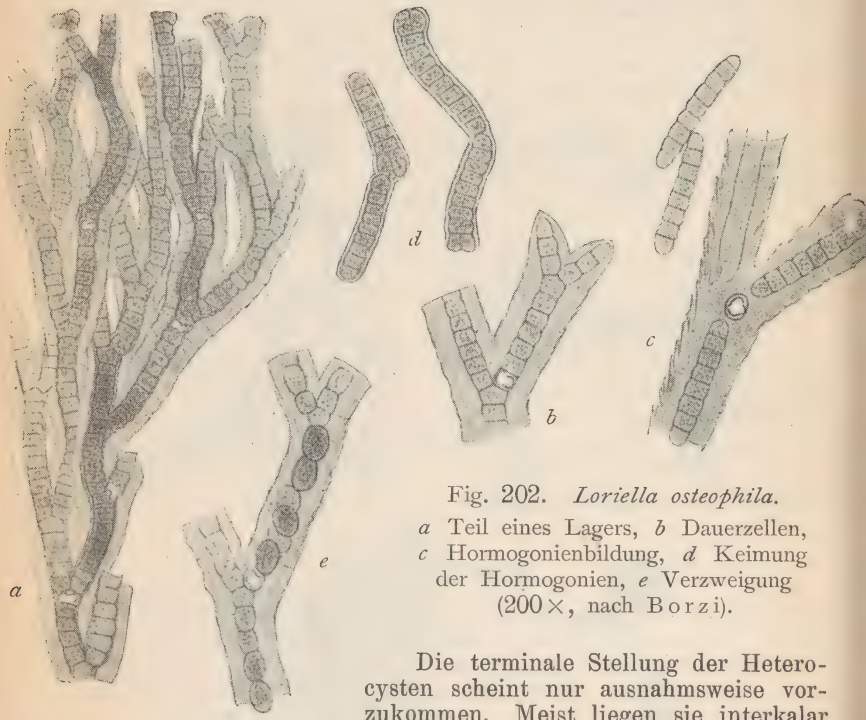


Fig. 202. *Loriella osteophila.*
a Teil eines Lagers, *b* Dauerzellen, *c* Hormogonienbildung, *d* Keimung der Hormogonien, *e* Verzweigung (200×, nach Borzi).

Die terminale Stellung der Heterocysten scheint nur ausnahmsweise vorzukommen. Meist liegen sie interkalar und entstehen entweder unmittelbar unterhalb einer Verzweigung oder an der Basis des einen der beiden Äste. — Die erste Dichotomie tritt frühzeitig bei der Keimung der Hormogonien auf; meist zerfällt der Keimling dabei in zwei Stücke (Fig. 202 *d*).

Einzige Art:

Loriella osteophila Borzi (Fig. 202). — Fäden 18—24 μ breit, Scheiden 7—12 μ dick, mit Kalk inkrustiert. Zellen tonnenförmig bis fast quadratisch, 5—8 μ breit. Heterocysten einzeln, kurz tonnenförmig, so breit wie die vegetativen Zellen. Dauerzellen olivenbraun, oval oder ellipsoidisch, 8—11 μ breit, 12—15 μ lang, mit dünner glatter Wand. — Auf feucht liegenden Menschenschädeln in Melanesien.

Pulvinulariaceae

Thallus festgeheftet, in der Jugend eine einschichtige, ± kreisrunde, nematoparenchymatische Zellscheibe, aus radiär gestellten, seitlich miteinander verwachsenen Fäden, im Alter ± halbkugelig, aus aufrechten, parallel oder radiär gestellten, seitlich miteinander verwachsenen Fäden bestehend. Trichome einreihig oder nur auf kurze Strecken zweireihig, an den Enden regelmäßig dichotom verzweigt. Hormogonien. Dauerzellen unbekannt.

Fig. 203. *Pulvinularia Suecica*. *a* älterer Thallus im Profil in Hormogonienbildung; *b*, *c* Entwicklungsstadien; *d* junger Thallus in der Draufsicht (200×, nach Borzi).

Einzige Gattung:

Pulvinularia Borzi

Mit den Merkmalen der Familie.

Einzige Art:

Pulvinularia Suecica Borzi (Fig. 203). — Thallus im Innern konzentrisch geschichtet, fest, sehr klein, polsterförmig bis halbkugelig, schmutzig blaugrün. Fäden 4—6 μ breit, mit dicken, homogenen oder undeutlich geschichteten, farblosen oder gelben, septierten Scheiden. Zellen fast kugelig, blaß blaugrün. Hormogonien lang ellipsoidisch, 4—6 μ breit, 14—18 μ lang. — An Stämmen und Blättern von *Fontinalis* in einem See in Schweden.

Bei der Keimung der Hormogonien tritt im Gegensatz zu *Loriella* die erste Dichotomie spät auf. Die jungen Keimlinge werden zweireihig und wachsen durch schiefe Teilungen zu einer kleinen einschichtigen Scheibe heran, deren Randzellen dann zu Fäden auswachsen, die die ersten Dichotomien zeigen (Fig. 203 *b—d*).

Capsosiraceae.

Thallus festgeheftet, aus aufrechten, freien, unregelmäßig subdichotom oder seitlich verzweigten, einreihigen oder nur stellenweise zweireihigen Fäden bestehend, ± halbkugelig. Dauerzellen, Heterocysten, Hormogonien, Planococcen und *Chroococcaceen*-Stadien vorhanden oder fehlend.

Die Familie ist wohl nur provisorisch. *Capsosira* ist zweifellos eine typische *Stigonematale*, *Desmosiphon* dagegen scheint, wie man an dem Fehlen von Hormogonien, Heterocysten und Dauerzellen sieht, überhaupt nicht die *Hormogoneen*-Organisation zu besitzen. Vielleicht ist die Form mit *Siphononema* verwandt. Von dieser Gattung unterscheidet sie sich durch die dichotome Verzweigung und die Einreihigkeit der Fäden, durch den Besitz von Planococcen und durch das Fehlen der Exosporenartigen Fortpflanzungszellen von *Siphononema*.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Thallus krustenförmig, hautartig. Hormogonien, Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Planococcen vorhanden.
Desmosiphon (S. 170).

II. Thallus schleimig-polsterförmig bis halbkugelig, Hormogonien, Heterocysten und Dauerzellen vorhanden. Planococcen fehlen.
Capsosira (S. 171).

Desmosiphon Borzi

Thallus festgeheftet, krustenförmig-kreisförmig, schwarzpurpurne Flecken bildend. Aufrechte Fäden wiederholt subdichotom oder seitlich verzweigt, einreihig, nur stellenweise in den älteren Teilen zweireihig, an der Basis mit ± kugeligen, an den Enden mit längeren und schmäleren Zellen. Scheide eng. Hormogonien, Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Planococcen einzeln oder seltener zu mehreren an den Enden der aufrechten Fäden gebildet. *Chroococcaceen*-Stadium durch Isolierung und abwechselnde Teilungen nach drei Raumrichtungen der basalen, ältesten Zellen des Thallus.

Einzige Art:

Desmosiphon maculans Borzi (Fig. 204). — Thallus sehr klein, oft mehrere Thalli zusammenfließend, 25—30 μ dick. Fäden 3—4,5 μ breit, mit engen, farblosen oder selten im Alter goldgelben bis braunen Scheiden. Zellen kugelig oder tonnenförmig, 2 bis 2,5 μ breit. Planococcen durch Auflösung der Scheide freiwerdend,

bald keimend und neue Thalli bildend. Gonidien aus den alten Thallusteilen entstehend, mit dünner, fester, olivenbrauner Hülle. — Auf Steinen in Quellen in Sizilien und auf Steinen und Wasserpflanzen (*Polygonum amphibium*) in Seen Schwedens.

Die Form scheint eine Sohle zu besitzen. Genaue Angaben fehlen.

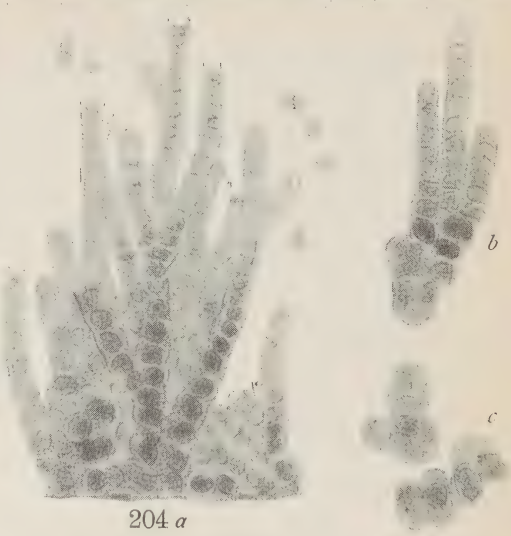


Fig. 204.
Desmosiphon maculans.
a Thallus im Profil mit Planococcenbildung, *b* einzelne Fäden, *c* Chroococcaceen-Stadium (300×, nach Borzi).

204 *a*

Capsosira Kütz.

Thallus festgeheftet, schleimig, ± halbkugelig, oft mehrere Thalli zusammenfließend, im Innern manchmal konzentrisch gezont, aus basalen, in tote Zellen von Wasserpflanzen u. dgl. eindringenden, unregelmäßig gewundenen kurzen Fäden und langen, aufrechten, wiederholt subdichotom oder seitlich verzweigten, ± parallelen oder radiären Fäden bestehend. Trichome immer einreihig. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien aus den Enden der aufrechten Fäden gebildet, 10—20zellig. Dauerzellen (?) mit fester, dicker Wand. *Chroococcaceen*-Stadium.

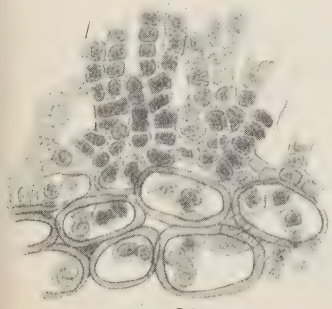


Fig. 205.
Capsosira Brebissonii Basalteil eines Thallus auf einem Holzstück (200×, nach Borzi).

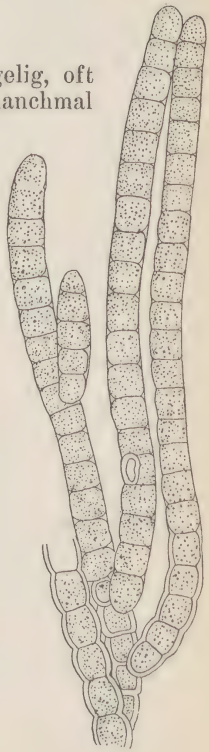


Fig. 206.
Capsosira Brebissonii.
Oberer Teil eines Thallus (ca. 110×, nach Borzi).

206

Capsosira Brebissonii Kütz. (Fig. 205, 206). — Thallus schwarzgrün oder braunschwarz, ca. 1—3 mm hoch. Zweige den Fäden angedrückt. Zellen fast kugelig oder tonnenförmig, 4—5 μ breit, 4—6 μ lang. Scheiden eng, ziemlich dick, farblos oder gelb. — In Sümpfen, an Steinen, altem Holz und Wasserpflanzen, an feuchten Felsen.

Die lateralen Heterocysten entstehen ähnlich wie bei den *Nostochopsaceen*. Sie sind wohl auch hier als Spitzenzellen reduzierter Seitenzweige aufzufassen. Die Reduktion scheint konstant bis auf eine Zelle erfolgt zu sein, da nie gestielte Heterocysten gefunden wurden.

Loefgreniaceae

Thallus festgeheftet, aus aufrechten, an der Basis seitlich verzweigten, immer einreihigen Trichomen, die an den Enden in ein langes Haar ausgehen, bestehend. Scheiden, Heterocysten, Hormogonien und Dauerzellen fehlen.

Einzige Gattung:

Loefgrenia Gom.

mit den Merkmalen der Familie.

Einzige Art:

Loefgrenia anomala Gom. (Fig. 207). — Trichome zu blaugrünen, bis 1 mm hohen Büscheln vereinigt, etwas starr, an der Basis 2—4 μ breit. Zellen 12—24 μ lang, abgerundet-zylindrisch. — In stehenden Gewässern Brasiliens, an *Batrachospermum* u. a.

Die Form ist unvollständig bekannt. Die Hormogonien und Dauerzellen sind vielleicht nur übersehen; Heterocysten scheinen wirklich zu fehlen.

Fig. 207. *Loefgrenia anomala.* Basis der Trichome (600×, nach Gomont).

Nostochopsaceae

Thallus aus aufrechten oder verschieden gekrümmten Fäden bestehend. Fäden wiederholt unregelmäßig verzweigt, immer einreihig. Seitenzweige von zweierlei Art: die einen mit lang andauerndem, manchmal trichothallischem Wachstum und in ein Haar ausgehend, vielzellig, die anderen mit begrenztem Wachstum, auf wenige (4—1, meist 2—1) Zellen reduziert, mit einer terminalen Heterocyste[1]) abschließend. Enden der langen Seitenzweige zum Teil in Haare ausgehend oder alle ohne Haare. Hormogonien. Dauerzellen unbekannt.

---

1) Ausnahme bei der fraglichen Gattung *Mastigocoleopsis*.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Heterocysten vorhanden.
1. Thallus aus verschieden gekrümmten Fäden, kalkbohrend. **Mastigocoleus** (S. 173).
2. Thallus ganz oder teilweise aus aufrechten Fäden, nicht kalkbohrend.
A. Thallus $\pm$ halbkugelig, festsitzend. **Nostochopsis** (S. 174).
B. Thallus hautartig, freischwimmend. **Myxoderma** (S. 176).

II. Heterocysten fehlen. **Mastigocoleopsis** (S. 177).

Mastigocoleus Lagerh.

Thallus aus freien, verschieden gekrümmten, in Schnecken- und Muschelschalen kriechenden Fäden. Trichome immer einreihig, unregelmäßig seitlich verzweigt. Seitenzweige meist einzeln, seltener zu zweien, zum Teil mit lang andauerndem Wachstum und entweder am Ende in ein Haar ausgehend oder ohne Haar, zum Teil mit begrenztem Wachstum, wenigzellig, mit einer terminalen Heterocyste abschließend, oft 2zellig, wodurch eine gestielte Heterocyste entsteht, oder aus einer einzigen Zelle bestehend, die sich dann in eine seitlich dem Trichom anliegende Heterocyste verwandelt. Heterocysten interkalar, terminal oder lateral sitzend, meist einzeln, seltener zu zweien. Scheide dünn, homogen. Hormogonien. Dauerzellen fehlen.

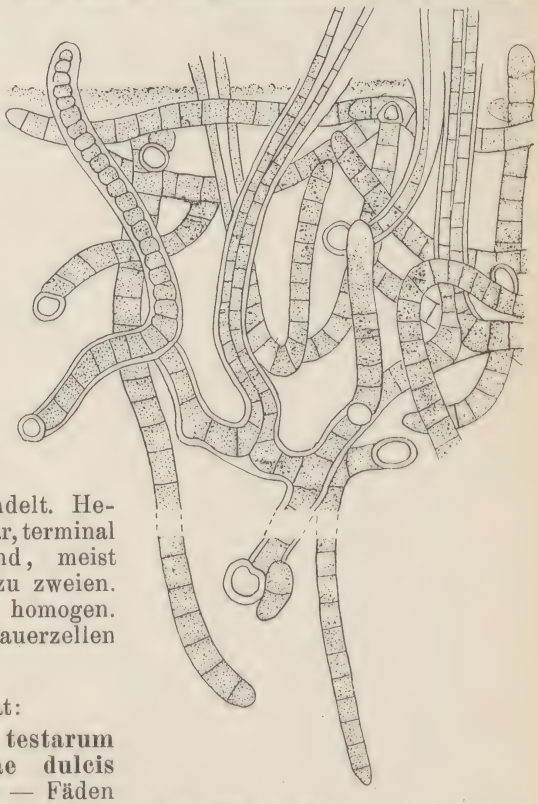


Fig. 208. *Mastigocoleus testarum* (nach Lagerheim). Auf der Zeichnung sind keine typischen, seitlich sitzenden Heterocysten zu sehen.

Einzige Varietät:

Mastigocoleus testarum Lag. var. **aquae dulcis** Nadson (Fig. 208). — Fäden 6,5—7,5 μ breit, blaugrün. Heterocysten nicht oder sehr wenig breiter als die vegetativen Zellen, meist interkalar

oder terminal, sehr selten lateral. — In schwach salzhaltigem oder ganz reinem Süßwasser in Flüssen in Rußland.

Die typische Form ist marin.

Nostochopsis Wood.

Thallus festsitzend, aus aufrechten Fäden, mit weichen, zerfließenden Scheiden, schleimig, ± halbkugelig. Trichome einzeln oder zu zweien, immer einreihig. Seitenzweige von zweierlei Art, die einen lang, vielzellig, die anderen mit begrenztem Wachstum, mit einer terminalen Heterocyste abschließend, wenigzellig, oft bis auf zwei Zellen reduziert, wodurch eine gestielte Heterocyste entsteht, oder nur aus einer einzigen Zelle bestehend, die sich zu einer seitlich dem Hauptfaden aufsitzenden Heterocyste umwandelt.

a

b

209

Fig. 209. *Nostochopsis lobatus*. *a* Lager auf einem Moosstämmchen, *b* Lager im Querschnitt (*a* 1×, *b* 4×, nach Bornet).

Lange Fäden bei einer Art (vielleicht auch bei den anderen) in der Jugend in eine haarartige Spitze ausgehend und mit trichothallischem Wachstum, später die Spitze abwerfend und am Ende schwach keulenförmig. Heterocysten interkalar, terminal oder lateral sitzend. Hormogonien nicht bekannt, aber wahrscheinlich vorhanden. Dauerzellen unbekannt.

Durch die bei *N. rupestris* beobachtete Entwicklung der Fäden, die in der Jugend Haarspitzen besitzen, nähert sich die Gattung stark *Mastigocoleus*. Die anderen Arten bleiben noch zu untersuchen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Lager innen hohl. **N. lobatus** 1.

II. Lager fest.

1. Lager konzentrisch gezont. **N. Wichmannii** 2.
2. Lager nicht gezont.
   - A. Trichome 1—3 μ breit, wenig verzweigt. **N. rupestris** 3.
   - B. Trichome 4—6 μ breit, reichlich verzweigt. **N. stagnalis** 4.

1. **Nostochopsis lobatus** Wood (Fig. 209, 210, 211). — Lager kugelig oder gelappt, blasenförmig, innen hohl, bis 2 cm groß, blau-, oliven- bis gelbgrün. Trichome 2—9 μ breit, schwach gekrümmt, an den Enden reichlich verzweigt, schwach keulenförmig. Zellen bis zweimal so lang als breit, tonnenförmig, lebhaft blaugrün. Seitenzweige einseitig entwickelt, zylindrisch, am Ende meist verbreitert, schwach keulenförmig.

Heterocysten sitzend (lateral) oder mit einer, seltener mit mehreren Stielzellen, kugelig oder ellipsoidisch-eiförmig. — In stehenden, seltener in fließenden Gewässern, anfangs festsitzend, später freischwimmend.

Vgl. das bei *N. rupestris* Gesagte.

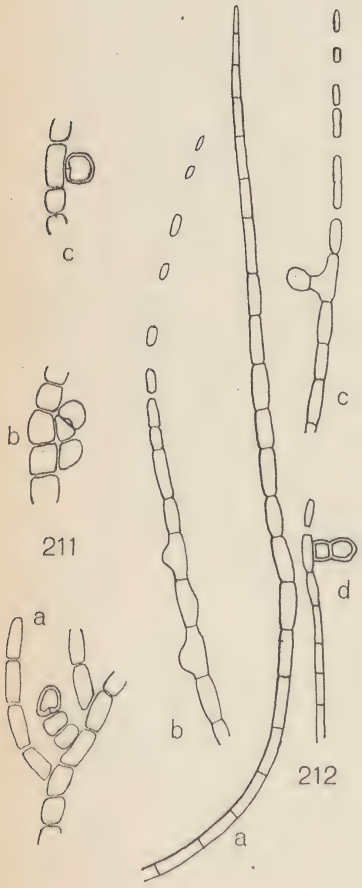
2. **Nostochopsis Wichmannii** Web. van Bosse. — Lager polsterförmig, konzentrisch geschichtet, fest, bis 8 mm breit und 2 mm hoch, blaugrün. Fäden fast parallel oder radiär gestellt, verzweigt. Zellen an der Basis der Trichome fast kugelig, 5,4 μ, seltener bis 7,2 μ breit, immer 7,2 μ lang, weiter oben zylindrisch, 3,6 μ breit, 7,2—12,4 μ lang. Heterocysten interkalar oder lateral (gestielt?). — An Moosen in schnellfließendem Wasser, indomalayischer Archipel.

Fig. 210. *Nostochopsis lobatus*. Peripherer Teil eines Lagers im Querschnitt, die Endverzweigungen der Trichome zeigend; unten eine sitzende (laterale) und eine gestielte Heterocyste (ca. 450×, nach Bornet).

3. **Nostochopsis rupestris** Schmidle (Fig. 212). — Lager fest, rundlich oder unregelmäßig gestaltet, gelbbraun. Trichome wenig verzweigt, 1—3 μ breit, in der Jugend in eine 0,6—0,9 μ breite Spitze ausgehend, später schwach keulig. Zellen zylindrisch bis tonnenförmig, blaß blaugrün, gelbbraun oder graublau, länger als breit. Interkalare Heterocysten lang ellipsoidisch, 4—5 μ breit, 6—10 μ lang. Laterale Heterocysten kugelig oder halbkugelig, 5 μ breit. Gallerte des Lagers farblos bis braun. — An feuchten Felsen in Indien.

Die Fäden zeigen in der Jugend eine interkalare meristematische Zone, die an den angeschwollenen Zellen zu erkennen ist, und gehen in ein haarartiges Ende aus (Fig. 212 *a*). Die Zellen des Endes lösen sich später voneinander los und gehen zugrunde, wodurch das interkalare Meristem an das Ende kommt (Fig. 212 *b*). Aus dem Meristem entwickeln sich die Seitenäste, die ihrer Anlage nach rechtwinkelig abstehen, sich aber bald aufwärts krümmen und mit den Hauptfäden ± parallel zu liegen kommen. Es ist wahrscheinlich, daß auch bei *N. lobatus*

die keulenförmige Gestalt der Fäden nicht primär ist, sondern erst nach dem Abwerfen einer in der Jugend vorhandenen Spitze entsteht. — An ganz jungen Fäden lassen sich braune, weite Scheiden beobachten. Die Scheiden verschleimen sehr früh und liefern die mächtige Gallerte der alten Lager. Diese jungen Fäden sind zylindrisch und zeigen noch nicht das interkalare Meristem mit den torulösen Zellen.



4. **Nostochopsis stagnalis** Hansg. — Lager fest, rundlich oder unregelmäßig gestaltet, bis 5 mm groß, blau-, oliven- oder gelbgrün, Seitenzweige einzeln oder zu 2—3, dünner als die Hauptfäden. Zellen der Hauptfäden tonnenförmig, 4—6 μ breit,

Fig. 211, 212. 211 *Nostochopsis lobatus*. *a* 3 zelliger, *b* 2 zelliger, *c* 1 zelliger reduzierter Seitenast (nach Geitler). 212 *N. rupestris*. *a* ein junger Faden mit zugespitztem Ende und interkalarem Meristem; *b* ein älterer Faden mit Beginn der seitlichen Verzweigung und Auflösung des Endes; *c* Faden mit einem reduzierten Seitenzweig, die Endzelle des Zweiges bildet sich in eine (laterale) Heterocyste um; *d* 2 zelliger reduzierter Seitenzweig, beide Zellen haben sich in Heterocysten verwandelt (nach Schmidle).

1—2 mal so lang, Zellen der Zweige 2,5—4 μ breit, 2 mal so lang als breit, zylindrisch. Heterocysten tonnenförmig, ellipsoidisch oder zylindrisch, in den Zweigen meist 15—18 μ lang. — In stehenden Gewässern.

Die Art ist ungenau beschrieben.

Myxoderma Schmidle

Thallus freischwimmend, hautartig. Fäden zum Teil horizontal ausgebreitet, zum Teil aufrecht, wiederholt seitlich verzweigt, einreihig. Heterocysten lateral, sitzend oder gestielt. Dauerzellen unbekannt.

Einzige Art:

Myxoderma Goetzei Schmidle (= *Nostochopsis Goetzii* Schmidle) (Fig. 212*). — Horizontale Zweige spärlich verzweigt, 2—3 μ breit, aufrechte Zweige reichlich verzweigt, torulös, 5 μ breit. Heterocysten in den aufrechten Fäden, lateral, sitzend oder gestielt. — In ruhigen Buchten in einem Fluß in Afrika.

Fig. 212*. *Myxoderma Goetzei* (nach Schmidle).

Mastigocoleopsis Geitler

Thallus aus freien, unregelmäßig seitlich verzweigten, verschieden gekrümmten Fäden bestehend. Fäden einreihig, mit dicker, stellenweise eingezogener, homogener oder geschichteter Scheide. Seitenzweige von zweierlei Art: die einen lang und peitschenförmig ausgezogen, die anderen kurz und zylindrisch. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien unbekannt.

Einzige Art:

Mastigocoleopsis obtusa (N. Carter) Geitler (= *Mastigocoleus obtusus* N. Carter) (Fig. 213). — Hauptfäden 25—38 μ breit. Trichome 4—14 μ breit, die der peitschenförmigen Fäden 2—7 μ breit, reichlich verzweigt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, 9—30 μ lang, blaß blaugrün. Scheiden dick, farblos, homogen oder mit divergierenden Schichten, stellenweise eingeschnürt, an den peitschenförmigen Fäden dünn, fest. — Auf Baumstämmen in Neu-Kaledonien dünne Lager bildend.

Die systematische Stellung der Form ist fraglich. Das für die *Nostochopsaceae* charakteristische Merkmal, die seitlichen, sitzenden

Heterocysten, fehlt. Die kurzen, zylindrischen Fäden sind daher nicht ohne weiteres mit den reduzierten Seitenzweigen der anderen *Nostochopsaceen* zu vergleichen. Von *Mastigocoleus* unterscheidet sich die Form durch das Fehlen der Haare; die peitschenförmigen Enden sind, soweit dies wenigstens aus den Abbildungen hervorgeht, keine Haare, sondern einfach zugespitzte Fäden mit wahrscheinlich degenerierten Trichomen. — Vielleicht wäre die Form besser mit *Hapalosiphon* zu vereinigen.

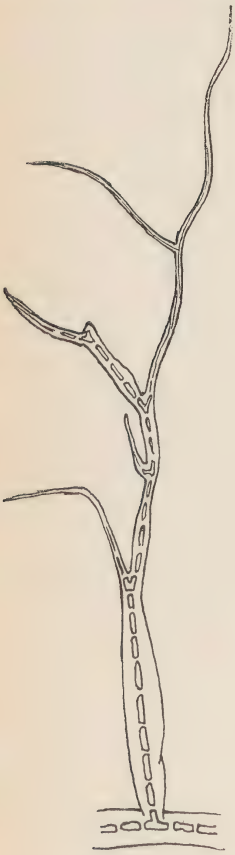


Fig. 213.
Mastigocoleopsis obtusa (nach N. Carter).

Stigonemataceae

Thallus aus verschieden gekrümmten, freien Fäden bestehend. Fäden unregelmäßig seitlich verzweigt, einreihig oder zwei- bis vielreihig, oft mit deutlichem Dimorphismus der Hauptfäden und Seitenzweige. Seitenzweige häufig schmäler und mit längeren Zellen als die Hauptfäden, erstere oft aufrecht und Hormogonien bildend, letztere niederliegend und Dauerzellen oder *Chroococcaceen*-Stadien bildend. Bei einigen Formen Scheitelzellwachstum mit Segmentierung. Verzweigung durch Auftreten von Längswänden im Hauptfaden oder durch Abgliederung einer seitlichen Ausstülpung der Zellen. Heterocysten terminal, interkalar oder lateral, im letzteren Fall aber nicht sitzend. Hormogonien in der Regel vorhanden. Dauerzellen und Hormocysten selten. *Chroococcaceen*-Stadien verbreitet.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Ältere Trichome ganz oder doch stellenweise mehrreihig.
  1. Fäden kriechend, nur an der Oberseite mit dünnen, aufrechten, von den Hauptfäden deutlich verschiedenen Seitenzweigen besetzt. **Fischerella** (S. 179).
  2. Fäden kriechend, unregelmäßig seitlich verzweigt, ohne einseitige, aufrechte Seitenzweige. **Stigonema** (S. 182).

II. Trichome einreihig oder nur stellenweise mit einzelnen oder wenigen längsgeteilten Zellen.
  1. Alle Trichome einander gleich.
    A. Trichome rosenkranzförmig; Heterocysten fehlend. **Rosaria** (S. 189).
    B. Trichome anders; Heterocysten vorhanden.
      a) Fäden torulös, keine Hormogonien. **Sommierella** (S. 190).

b) Fäden zylindrisch, Hormogonienbildung.
α) mit Hormocysten. **Westiella** (S. 192).
β) ohne Hormocysten. **Hapalosiphon** (S. 194).

2. Ältere Trichome torulös, jüngere zylindrisch.
A. Fäden frei, verschieden gekrümmt, Seitenzweige oft aufrecht.
a) Seitenzweige von den Hauptfäden wenig verschieden. **Hapalosiphon** (S. 194).
b) Seitenzweige von den Hauptfäden deutlich verschieden. **Fischerella** (S. 179).
B. Fäden ± parallel, seitlich verklebt, liegend oder aufrecht.
a) Thallus hauptsächlich aus kriechenden Fäden bestehend, Hormogonienbildung. **Thalpophila** (S. 201).
b) Thallus hauptsächlich aus aufrechten Fäden bestehend, keine Hormogonienbildung. **Leptopogon** (S. 201).

Fischerella (Born. et Flah.) Gom.

Thallus aus kriechenden, zum größten Teil oder nur stellenweise mehrreihigen, seltener einreihigen Fäden, die einseitig aufrechte Seitenzweige tragen, bestehend. Seitenzweige mit langen, schmalen, Hauptfäden mit größeren, kugeligen Zellen. Scheiden der jungen Seitenzweige eng, Scheiden der alten Fäden weit. Zellen der alten Fäden oft mit *Gloeocapsa*-artigen Hüllen. Hormogonien aus den Enden der Seitenzweige gebildet. Heterocysten interkalar oder lateral. Dauerzellen bei einer Art bekannt.

Die Gattung ist durch Übergänge mit der Gattung *Hapalosiphon* verbunden. Es gibt *Fischerella*-Arten, die einreihige Hauptfäden besitzen, und es gibt andererseits *Hapalosiphon*-Arten, die eine starke Neigung zur Mehrreihigkeit zeigen.

Eigentümlich ist die Form der Hormogonien von *F. muscicola* und *F. maior*: sie sind schwach keulenförmig gestaltet.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Hauptfäden größtenteils mehrreihig.
1. Hauptfäden bis 21 μ breit.
A. Seitenzweige meist torulös, 7—9 μ breit. **F. thermalis** 1.
B. Seitenzweige zylindrisch, 4—6 μ breit. **F. muscicola** 2.
2. Hauptfäden 45—95 μ breit. **F. Caucasica** 3.

II. Hauptfäden größtenteils oder ganz einreihig.
1. Zellen der Hauptfäden 3—4 μ breit. **F. ambigua** 4.
2. Zellen der Hauptfäden 6—8 μ breit. **F. maior** 5.

1. **Fischerella thermalis** (Schwabe) Gom. (Fig. 214). — Lager filzig, polsterförmig, bis 1 mm hoch, oft weit ausgebreitet, blau-, oliven- oder schwärzlichgrün. Hauptfäden kriechend, gekrümmt, torulös, meist dicht verflochten, meist 2-, selten 1- oder 3 reihig, 10—13, seltener bis 18 μ breit. Scheiden eng, ± dick, geschichtet, braungelb. Seitenzweige aufrecht, einzeln oder zu mehreren, 6—9 μ breit, zylindrisch. Zellen meist quadratisch, blaugrün. Heterocysten interkalar oder lateral, Hormogonien

3—6zellig. — In heißen Quellen und in heißen Dämpfen an Felsen und auf Erde.

var. *mucosa* Lemm. — Hauptfäden kaum torulös, 14—21 μ breit, fast regelmäßig dichotom verzweigt, in gemeinsamer, ausgedehnter, farbloser Gallerte. Heterocysten unbekannt. Hormogonien(?) von einer Schleimscheide umgeben, 4—6 zellig. — In heißen Quellen.

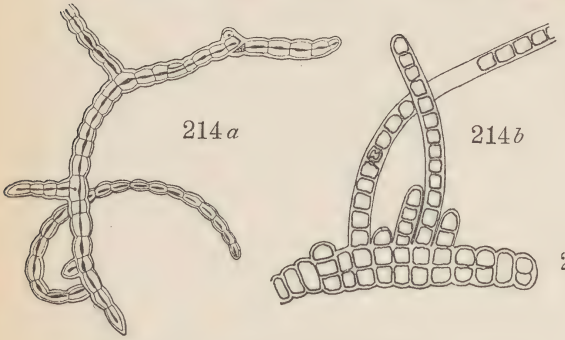


Fig. 214. *Fischerella thermalis* (*a* nach Lemmermann; Zellen geschrumpft; *b* 200×, nach Hansgirg).

2. **Fischerella muscicóla** (Thur.) Gom. (Fig. 215). — Hauptfäden kriechend, torulös, gekrümmt, verflochten, zu einem dünnen, schwarzbraunen Lager vereinigt, 10 μ breit, meist zweireihig. Zellen fast quadratisch oder fast kugelig, 7,5 μ breit. Scheiden der Hauptfäden eng, dünn, braun. Aufrechte Seitenzweige ± gerade, 6 μ breit, mit dünnen, farblosen oder

Fig. 215. *Fischerella muscicola*; die Trichome der meisten Seitenzweige sind als Hormogonien ausgetreten (120×, nach Bornet und Thuret).

gelblichen Scheiden, Hormogonien bildend. Zellen der Seitenzweige fast quadratisch oder kürzer als breit, blaugrün. Heterocysten fast kugelig, meist kleiner als die vegetativen Zellen. Hormogonien lang, schwach keulenförmig, 4 μ breit, 100 μ lang. — Auf feuchter Erde.

In alten, kriechenden Fäden besitzen die Zellen innerhalb der gemeinsamen Scheide noch enge, braune Spezialhüllen. Die jungen kriechenden Fäden sind einreihig und besitzen eine sehr dünne, farblose Scheide. Die aufrechten Zweige sind immer einreihig und unverzweigt[1]); bei der Hormogonienbildung tritt das ganze Trichom aus, so daß vom Seitenzweig nur die leere Scheide übrigbleibt. — Die Hormogonien sind an dem Ende, das die Spitze des Fadens bildete, breiter als am entgegengesetzten (vgl. auch *F. maior*).

var. *minor* Boye P. (Fig. 216). — Kriechende Fäden 8—12 μ aufrechte Fäden 4—5 μ breit. Hormogonien sehr häufig kurz, bis 50 μ lang. Scheiden durch Chlorzinkjod violett gefärbt. — In stehenden Gewässern Islands.

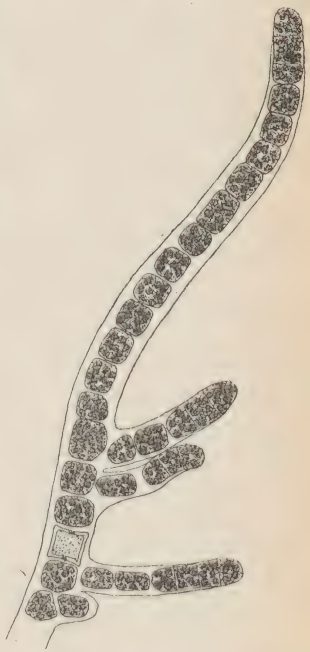


Fig. 216. *Fischerella muscicola* var. *minor* (600×, nach Boye P.).

3. **Fischerella Caucasica** Woronich. — Fäden einzeln, auf submersen *Potamogeton*-Blättern kriechend, fast gerade oder wenig gekrümmt, 45—95 μ breit, bis 780 μ lang, mit blaß gelblichbraunen, schleimigen, geschichteten Scheiden. Trichome mehrreihig. Zellen 6,6×10—12 μ, zu mehreren zu *Sarcina*-artigen Gruppen vereinigt. Heterocysten ellipsoidisch, 13 bis 16,5×6,6 μ. Seitenzweige zu 1—6, lateral oder terminal, aufrecht, bis 390 μ lang, 10—11 μ breit, mit farbloser Scheide mit divergierenden Schichten, Hormogonien bildend. — In einem Torfsee, Kaukasus.

4. **Fischerella ambigua** (Kütz.) Gom. (Fig. 217). — Hauptfäden kriechend, vielfach hin- und hergebogen, dicht verflochten, 6—9 μ breit, mit dicken, weiten, gelbbraunen Scheiden. Zellen fast kugelig oder zylindrisch, 3—4 μ breit. Zweige aufrecht, gebogen, 6—9 μ breit, mit weiten, farblosen oder gelbbraunen Scheiden, zu Bündeln vereinigt. Zellen der Zweige zylindrisch, 2—3 μ breit. Heterocysten zylindrisch. — Auf feuchter Erde zwischen Moosen.

---

1) Selten zeigen sie Scheinverzweigung nach Art von *Tolypothrix*.

5. **Fischerella maior** Gom. (Fig. 218). — Hauptfäden kriechend, vielfach gebogen, dicht verflochten, zu einem dicken, braungrauen Lager vereinigt, 8—16 μ breit, mit ziemlich dicken, gelbbraunen Scheiden; Zellen zylindrisch bis fast kugelig, 6—8 μ breit. Seitenzweige aufrecht, in Bündeln, 6—12 μ breit, dicht verflochten, oft wiederholt verzweigt, mit an der Basis braunen, am Ende farblosen Scheiden. Zellen der Zweige 4—10 μ breit, fast quadratisch. Heterocysten spärlich, fast quadratisch bis zylindrisch. Hormogonien lang, an einem Ende breiter als am anderen, schwach keulenförmig. Dauerzellen ellipsoidisch bis eiförmig, 7—10 μ breit, 10—14 μ lang. — An feuchten Mauern, altem Holz, auf alten Pflanzenteilen.

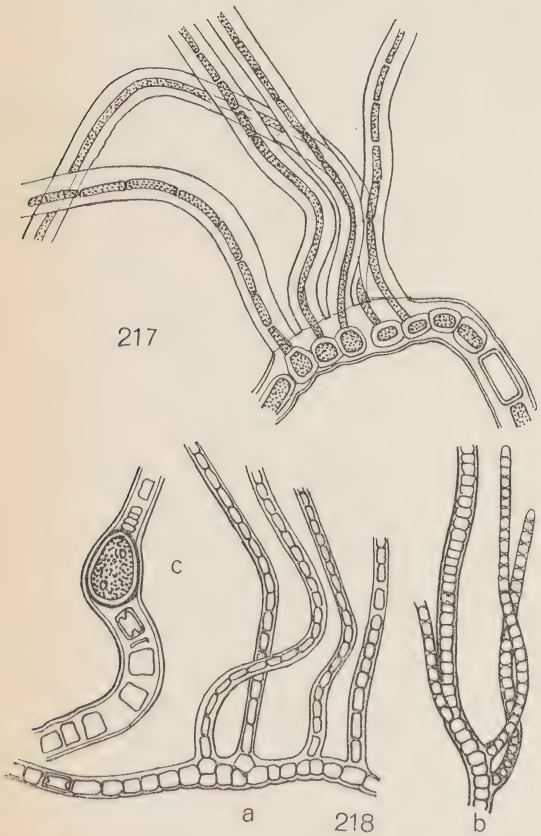


Fig. 217, 218. 217 *Fischerella ambigua* (660×, nach Gomont). 218 *Fischerella maior*. *a* Hauptfaden mit aufrechten Zweigen, *b* aufrechte Fäden, *c* Dauerzelle, die vegetativen Zellen geschrumpft (*a*, *b* 280×, *c* 560×, nach Gomont).

Stigonema Ag.

Thallus aus freien, unregelmäßig seitlich verzweigten, verschieden gekrümmten Fäden bestehend. Fäden in den älteren Teilen zwei- bis vielreihig, manchmal mit Scheitelzellwachstum und Segmentierung. Seitenzweige infolge ihres niedrigeren Alters wenigerreihig als die Hauptfäden. Scheiden meist nur in der Jugend eng, im Alter weit, ältere Zellen meist mit *Gloeocapsa*-artigen Hüllen. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien aus den Enden der jüngsten Zweige gebildet, zwei bis wenigzellig, selten vielzellig. *Gloeocapsa*-artiges *Chroococcaceen*-Stadium häufig.

Eigentümlich ist die Tendenz zur Ausbildung sehr kurzer Hormogonien; bei *St. minutissimum* sind sie häufig 2—3 zellig. Die Länge der Hormogonien wird meist als konstant angesehen. In-

wieweit diese Annahme richtig ist, müssen noch weitere Untersuchungen zeigen. Für einen großen Teil der Arten ist die Länge der Hormogonien sicher innerhalb enger Grenzen konstant.

Die meisten Arten sind aërophytisch und leben an Felsen und Mauern, auf feuchter Erde, alten Baumstümpfen u. dgl. *St. ocellatum* var. *globosum* lebt planktonisch und bildet manchmal Wasserblüten.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden zum größten Teil aus einer Zellreihe bestehend, alte aus zwei Zellreihen bestehend.
  1. Fäden 7—15 μ breit. **St. hormoides** 1.
  2. Fäden 14—50 μ breit. **St. ocellatum** 2.

II. Fäden zum größten Teil aus mehreren Zellreihen bestehend.
  1. Fäden korallen-gekröseartig. **St. mesentericum** 3.
  2. Fäden nicht korallen-gekröseartig.
    A. Hormogonien zwei- bis wenigzellig, wenig länger als breit.
      a) Fäden bis 18 μ breit. **St. minutissimum** 4.
      b) Fäden bis 50 μ breit. **St. la Vardei** 5.
    B. Hormogonien länger.
      a) Fäden schmäler als 36 μ.
        α) Fäden bis 28 μ, Hormogonien bis 15 μ breit. **St. minutum** 6.
        β) Fäden bis 36 μ, Hormogonien bis 12 μ breit. **St. turfaceum** 7.
      b) Fäden 40—75 μ breit.
        α) Scheiden dick, fest. **St. mamillosum** 8.
        β) Scheiden sehr dick, schleimig. **St. informe** 9.

1. **Stigonema hormoides** (Kütz). Born. et Flah. (= *Sommierella hormoides* Borzi?) (Fig. 219). Fäden niederliegend, dicht verflochten, ziemlich lang, zu einem dünnen, filzigen, schwarzbraunen Lager vereinigt, 7—15 μ breit, unregelmäßig und spärlich verzweigt. Seitenäste aufrecht, fast so dick wie die Hauptfäden, gebogen. Scheiden dick, farblos, gelb oder gelbbraun. Trichome größtenteils einreihig, stellenweise zweireihig. — An feuchten Felsen, auf torfigem Boden, oder submers, manchmal im Schleim anderer Algen.

   Die Art ist nach Borzi identisch mit *Sommierella hormoides*. Vielleicht handelt es sich aber dennoch um zwei verschiedene Arten. Dafür spricht, daß bei *St. hormoides* — wenn auch spärlich — zweireihige Trichomstücke vorkommen, während *Sommierella hormoides* immer einreihige Trichome besitzt.

2. **Stigonema ocellatum** (Dillw.) Thur. (inkl. *St. panniforme* [Kütz.] Hieron., *St. tomentosum* [Kütz.] Hieron., *St. anomalum* Blanchard) (Fig. 228). — Fäden ganz oder teilweise niederliegend, spärlich oder reichlich verzweigt, zu einem polsterförmigen oder filzigen, bis 3 mm hohen Lager vereinigt, 14—50 μ breit. Zweige meist aufrecht, einzeln oder zu 2—5 genähert. Scheiden anfangs farblos, später gelb bis braun. Trichome ein- bis zweireihig. Hormogonien 8—25 μ breit, 20—200 μ lang. Heterocysten meist lateral, seltener interkalar. — In Hochmooren, auf Torf- und Heideboden.

var. *globosum* Nordst. — Fäden radiär ausstrahlend, zu einem freischwimmenden, kugeligen, 5—20 mm großen Lager vereinigt. Scheiden meist farblos. — In schwedischen Seen Wasserblüten bildend.

3. **Stigonema mesentericum** n. sp. (Fig. 223). — Fäden niederliegend, dicht mit kurzen, höckerartigen Zweigen besetzt, 25 bis 32 μ breit, korallen-gekröseartig. Scheiden dick, fest, geschichtet, gelbbraun. Trichome 2—4- oder selten mehrreihig. Heterocysten lateral oder interkalar. Hormogonien? — Einzeln zwischen anderen Algen *(Gloeocapsa)* an feuchten Felsen bei Lunz (Nied.-Österr.).

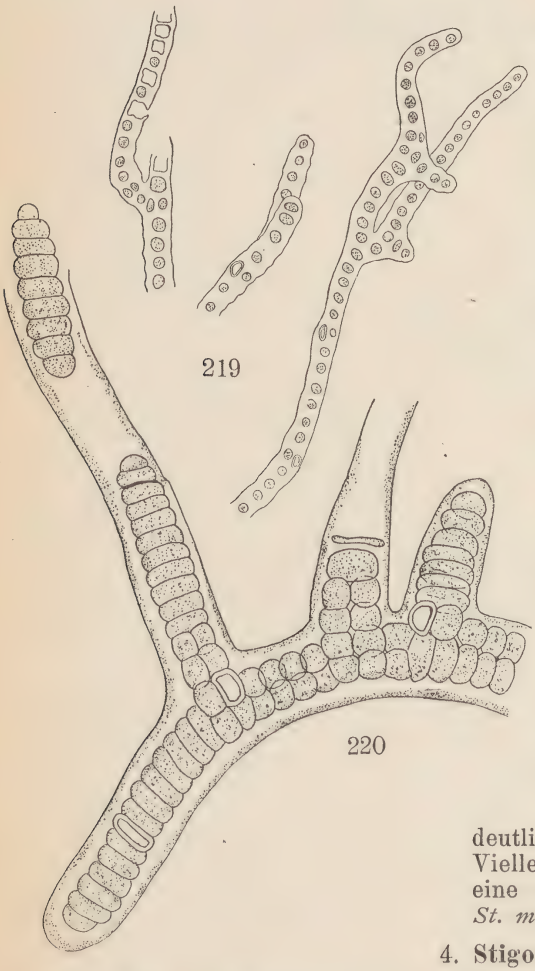


Fig. 219, 220. 219 *Stigonema hormoides* (nach W. und G. S. West). 220 *St. turfaceum*, junge Fäden, links oben ein austretendes Hormogonium (nach Borzi).

Die Hormogonien wurden bisher nicht beobachtet, es scheint aber wahrscheinlich, daß sie sehr kurz sind. Charakteristisch ist für die Art der eigentümliche Habitus der Fäden und die damit im Zusammenhang stehende ± unregelmäßige Lagerung der Zellen. Die Zellen besitzen meist in den älteren Teilen der Fäden deutliche Spezialhüllen. — Vielleicht ist die Art nur eine extreme Form von *St. minutum*.

4. **Stigonema minutissimum** Borzi (Fig. 222). — Fäden anfangs niederliegend, später aufsteigend, dicht verschlungen, ein dünnes, krustenförmiges, schwarzes Lager bildend, 10—18 μ breit, sehr reichlich verzweigt. Zweige sehr kurz, zitzenförmig. Scheiden dünn, braun. Trichome drei-, vier- oder vielreihig. Hetero-

cysten lateral oder interkalar. Hormogonien sehr kurz, ellipsoidisch, zwei- bis wenigzellig. — Auf alten Baumstümpfen (meist von *Olea Europaea*) in Italien, Sardinien, Sizilien und Nordafrika.

Die Art ist wie die folgende Art durch die außerordentlich kurzen Hormogonien charakterisiert.

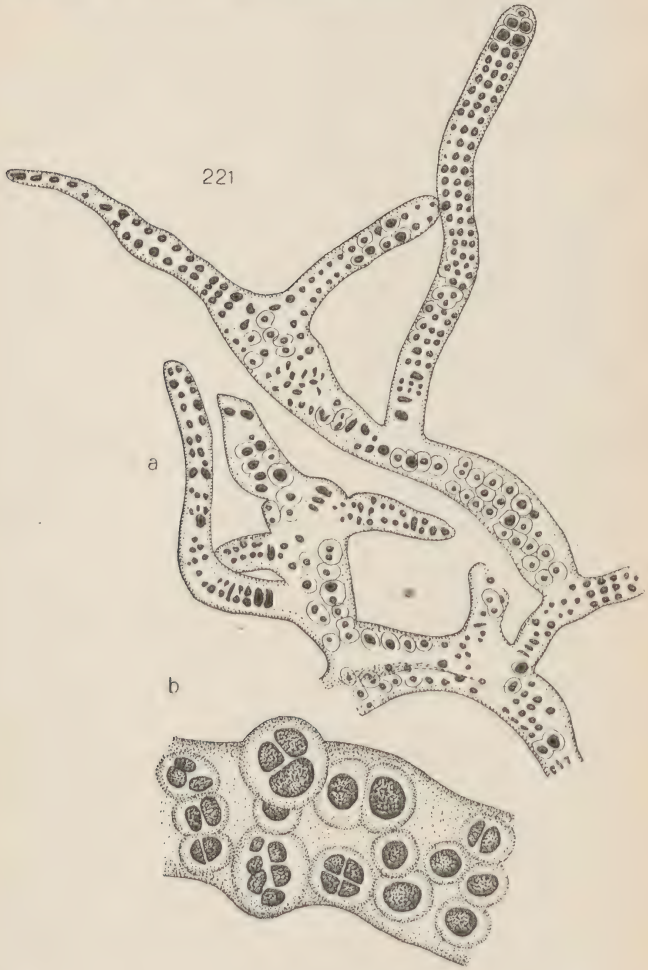


Fig. 221. *Stigonema turfaceum*, alter Thallus; *a* Habitusbild, *b* Detailbild (*a* 120×, *b* 320×, nach Wood). Zellen größtenteils geschrumpft.

5. **Stigonema la Vardei** Frémy. — Lager schwarz, rasenförmig, bis 2 mm hoch. Fäden steif, an der Basis reichlich verzweigt, bis 50 μ breit. Zweige gerade oder kaum gekrümmt, 50—55 μ breit. Kleine, Hormogonien bildende Äste zahlreich, fast kugelig, bis 30 μ lang. Scheiden dünn, braungelb, kaum

geschichtet, nicht torulös, mit Chlorzinkjod sich violett färbend. Trichome 4—6 reihig. Zellen meist 10—12 μ breit, blaugrün. Hormogonien gewöhnlich ca. 25 μ lang, 22—24 μ breit. Heterocysten undeutlich (?). — An feuchten Sandsteinfelsen in Zentralafrika.

Die Art steht *St. mamillosum* nahe, unterscheidet sich von ihr aber vor allem durch die kurzen Hormogonien.

Fig. 222. *Stigonema minutissimum*. *a* Faden, *b* austretende und ausgetretene Hormogonien (300×, nach Borzi).

6. **Stigonema minutum** (Ag.) Hass. (Fig. 224, 225). — Lager dünn, krustenförmig oder polsterförmig, braun bis schwarz, zerbrechlich, bis 1 mm hoch. Fäden an der Basis niederliegend, dann aufsteigend, 15—28 μ breit, reichlich verzweigt. Zweige teils lang, teils kurz und Hormogonien bildend. Trichome 1—4 reihig. Heterocysten lateral und interkalar. Hormogonien 12—15 μ breit, 25—35 μ lang. — An feuchten Felsen und Mauern, auf Holz zusammen mit *Calothrix parietina*, auf feuchter Erde.
7. **Stigonema turfaceum** Cooke (Fig. 220, 221) — Lager polsterförmig, schwarz, bis 1 mm hoch. Fäden an der Basis niederliegend, dann aufsteigend, 27—36 μ breit, reichlich verzweigt. Zweige aufrecht, ebenso breit wie die Hauptfäden, an der

Spitze Hormogonien bildend. Scheiden dick, geschichtet, gelbbraun. Trichome 2—4reihig, seltener mehrreihig. Hetero-

Fig. 223. *Stigonema mesentericum*. *a* Habitusbild; *b*, *c* Detailbilder (*a* 200×, *b*, *c* 500×, Original).

cysten lateral. Hormogonien 12 μ breit, 45 μ lang. — An feuchten Felsen, auf torfigem Boden.

8. **Stigonema mamillosum** (Lyngb.) Ag. (Fig. 226). — Lager polsterförmig, bis 12 mm hoch, dunkelbraun. Fäden aufrecht, verflochten, bis 75 μ breit, am Grund reichlich verzweigt. Zweige 45—50 μ breit, mit kurzen, zitzenförmigen, Hormogonien bildenden Zweigen. Scheiden dick, geschichtet, gelbbraun. Trichome in älteren Fäden

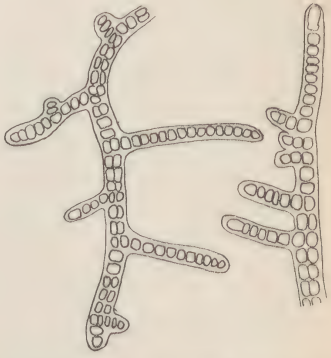


Fig. 224. *Stigonema minutum*, junge Thalli (150×, Original). Zellen geschrumpft.

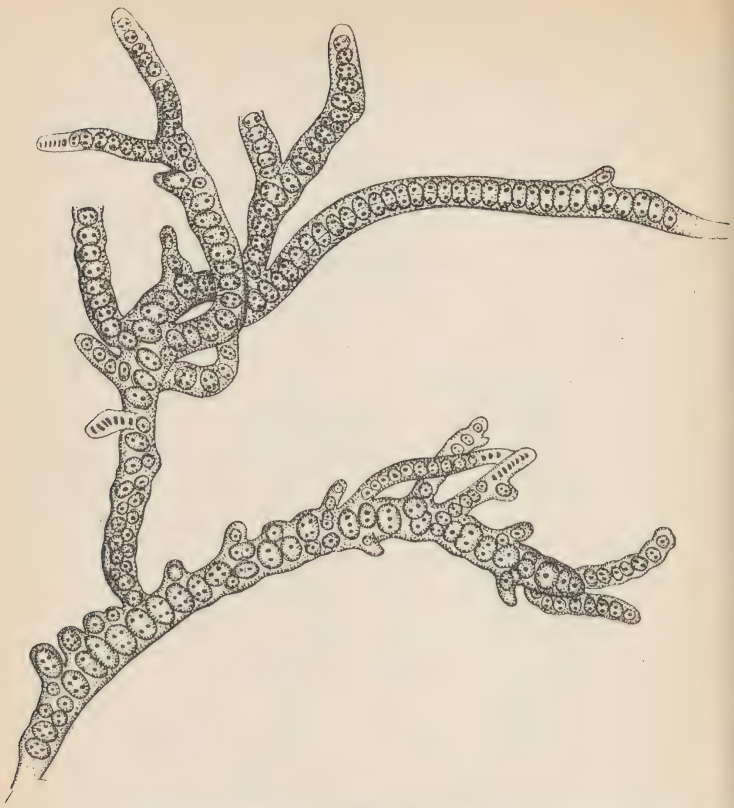
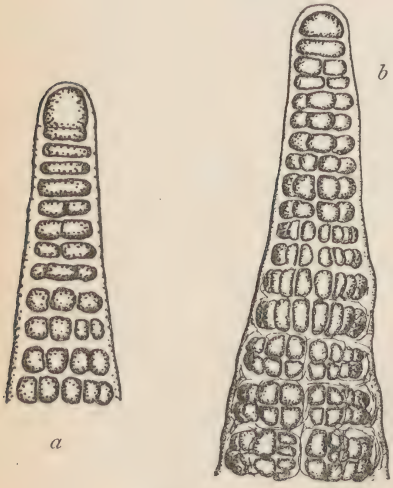


Fig. 225. *Stigonema minutum*, alte Thalli, Zellen mit *Gloeocapsa*-artigen Hüllen (170×, nach Wood).



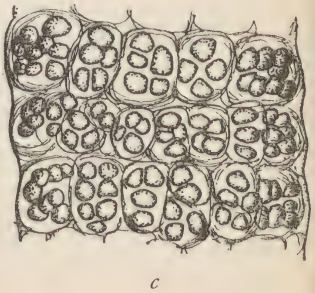


Fig. 226. *Stigonema mamillosum.*

a, *b* Fadenende, *c* Teil eines alten Fadens (nach Geitler).

vielreihig. Heterocysten lateral. Hormogonien 15 μ breit, 45 bis 50 μ lang. — An feuchten Felsen, seltener submers.

Die Art gehört zu den in anatomischer Hinsicht höchst differenzierten Cyanophyceen. Der Aufbau der Fäden erfolgt durch eine Scheitelzelle, die nach hinten Segmente abgibt. In alten Fadenteilen liegen die Zellen im Querschnitt peripher angeordnet und häufig von Spezialhüllen umgeben in *Gloeocapsa*-artigen Gruppen. — Die Dicke alter Fäden und die Zahl der Reihen schwankt je nach dem Standort ziemlich stark.

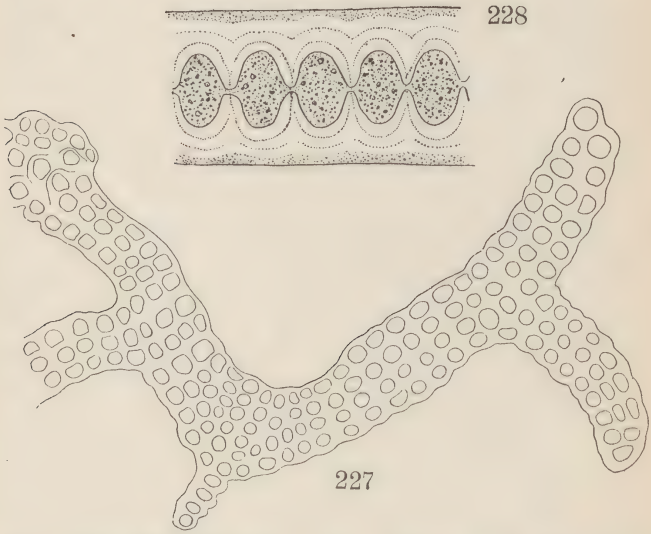


Fig. 227, 228. 227 *Stigonema informe* (nach Kützing). 228 *St. ocellatum*, Zellen geschrumpft (nach West).

9. **Stigonema informe** Kütz. (Fig. 227, 229). — Lager krustenförmig, weich, schleimig, braun bis schwarzbraun, bis 2 mm hoch. Fäden dicht verschlungen, unregelmäßig verzweigt, 40 bis 70 μ breit. Zweige gerade oder gebogen, bis 45 μ breit, kurz oder lang, Hormogonien bildend. Scheiden dick, geschichtet, schleimig-gallertig. Trichome meist 2—8reihig. Heterocysten lateral. Hormogonien 18 μ breit, 45 μ lang, einzeln oder zu mehreren hintereinander gebildet. — In Sümpfen, an feuchten Felsen, zwischen Moosen, an modernden Baumstämmen.

Rosaria N. Carter

Thallus aus freien, unregelmäßig seitlich verzweigten, verschieden gekrümmten Fäden bestehend. Fäden immer einreihig, rosenkranzförmig, meist ohne Scheide. Seitenzweige fast immer im rechten Winkel abstehend, so breit wie die Hauptfäden. Zellen mit dicker Membran. Endzellen etwas verjüngt, vor der Teilung flaschenförmig. Heterocysten, Dauerzellen und Hormogonien fehlen.

Einzige Art:

Rosaria ramosa N. Carter (Fig. 230). — Lager schleimig dünnhäutig. Zellen fast kugelig, mit fester, dicker, nicht schleimiger Membran, blaß blaugrün, 13—19 μ breit, 19—22 μ lang. — Auf der Rinde von Bäumen in Neu-Kaledonien.

Die Form weicht morphologisch ziemlich stark von den übrigen *Stigonemataceen* ab. Eigentümlich ist die Art der Verzweigung (Fig. 230 *b*). Der Aufbau der Sprosse scheint nicht monopodial, sondern sympodial zu erfolgen.

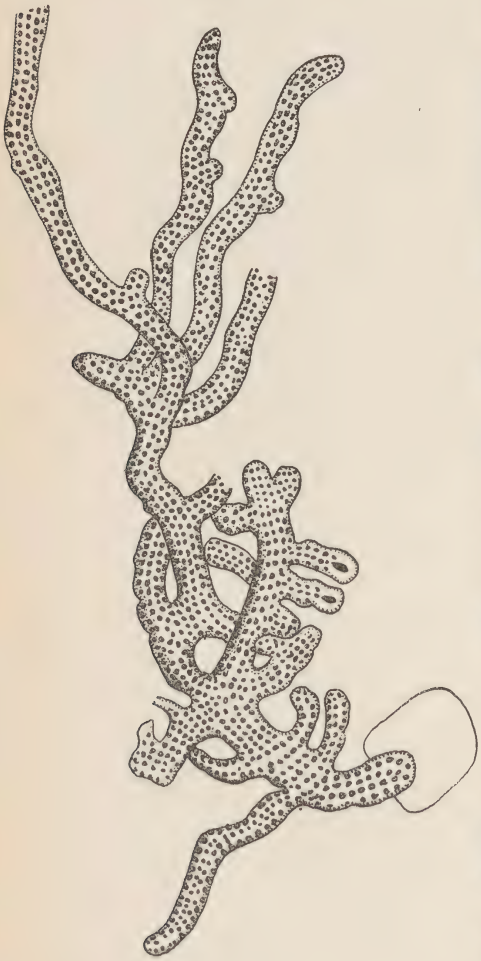


Fig. 229. *Stigonema informe*, alter Thallus (nach Wood). Zellen geschrumpft.

Sommierella Borzi

Thallus aus freien, verschieden gewundenen, unregelmäßig seitlich verzweigten, einreihigen Fäden bestehend. Scheiden dünn oder dick. Heterocysten interkalar oder lateral, spärlich. Hormogonien und Dauerzellen fehlen. Hormocysten und *Chroococcaceen*-Stadium.

Vielleicht konnten die Hormogonien bisher nicht beobachtet werden. Daß sie vorhanden sein könnten, beweist das Vorhandensein von Plasmodesmen.

Die Hormocysten sind weit weniger differenziert als die von *Westiella*. Es handelt sich um kaum veränderte, sich abtrennende Fadenteile. Bei der Keimung entsteht durch Teilungen nach drei Raumrichtungen ein *Chroococcaceen*-Stadium.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden 12—16 μ breit. **S. hormoides** 1.
II. Fäden 10—12 μ breit. **S. Cossyrensis** 2.

1. **Sommierella hormoides** Kütz. (Borzi) (= *Stigonema hormoides* pr. p.?) (Fig. 231). — Fäden liegend, gekrümmt, spärlich verzweigt, dicht verflochten, ein dünnes, schwarzbraunes Lager bildend, 12—16 μ breit. Scheiden dick, fasthomogen, stellenweise gelbbraun. Heterocysten spärlich. — Auf feuchten Felsen, feuchter Erde u. dgl.

Borzi hält die Form für identisch mit *Stigonema hormoides.*[1]) Vielleicht liegen aber doch zwei getrennte Arten vor.

2. **Sommierella Cossyrensis** Borzi (Fig. 232). — Fäden sehr lang, leicht gekrümmt, bis 10—12 μ breit, unregelmäßig verzweigt, oft aufrecht, zu einem olivenbraunen, schwammig-flockigen Lager vereinigt, dicht gedrängt. Scheiden dünn, homogen, farblos. Heterocysten ziemlich zahlreich. — An von

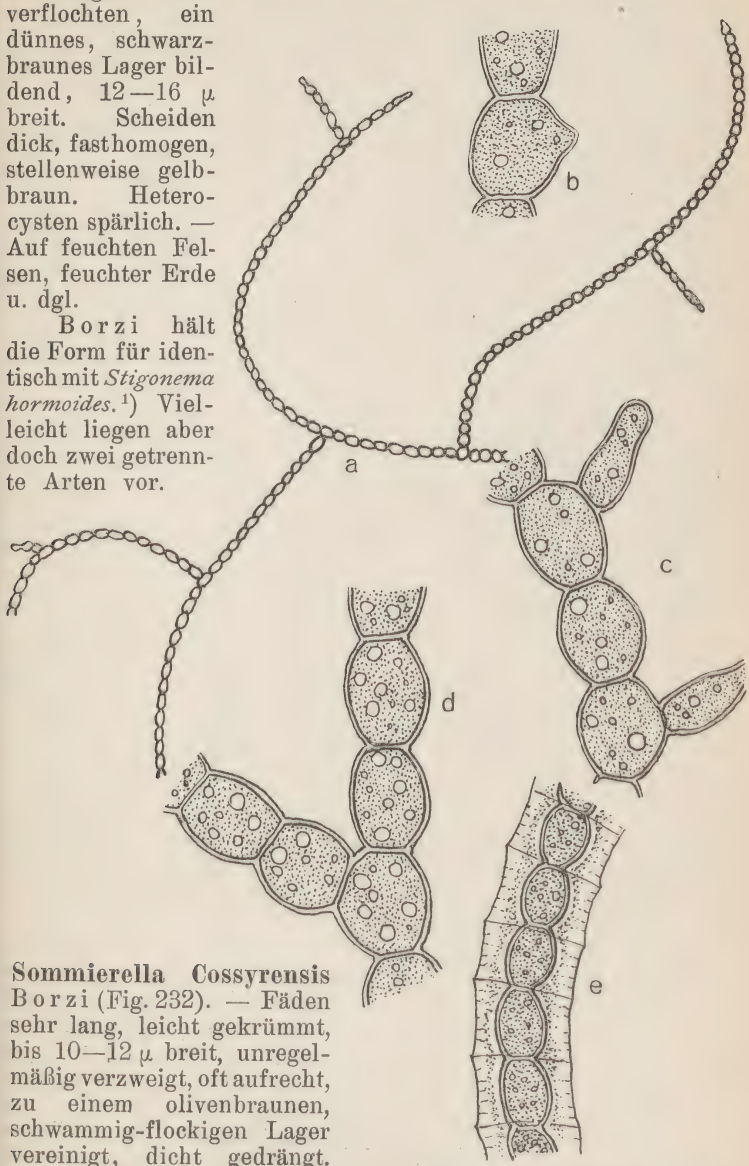


Fig. 230. *Rosaria ramosa.* *a* Habitusbild, *b* Beginn einer seitlichen Verzweigung, *c*, *d* Teile von scheidenlosen Trichomen, *e* Trichom mit Scheide (*a* 78×, *b*—*e* 510×, nach N. Carter).

1) Vgl. das bei dieser Form Gesagte (S 183).

warmen Wasser überrieselten vulkanischen Felsen auf der Insel Pantellaria.

Fig. 231. *Sommierella hormoides.* *a* Faden mit Hormocystenbildung; *b* Teil eines Fadens, die plasmatischen Verbindungen der Zellen zeigend; *c* drei isolierte Hormocysten, eine von ihnen in Keimung, das *Chroococcean*-Stadium bildend; *d*, *e* ältere Stadien (*b* 500×, die übrigen 300×, nach Borzi).

Westiella Borzi

Thallus aus freien, verschieden gewundenen, unregelmäßig seitlich verzweigten, einreihigen Fäden bestehend. Seitenzweige manchmal an den Enden leicht verjüngt. Scheiden eng, homogen. Heterocysten interkalar. Hormogonien aus den Enden der Zweige. Hormocysten terminal oder interkalar, einzeln oder bis zu vier hintereinander, 2—12zellig. Dauerzellen?

Die Gattung ist durch die Hormocysten und durch die immer einreihigen, zylindrischen Trichome von *Hapalosiphon* verschieden. Die Verzweigung erfolgt durch Abgliederung einer seitlichen Ausstülpung einer interkalaren Zelle.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Hormocysten 12—16 μ breit. **W. intricata** 1.
II. Hormocysten bis 12 μ breit. **W. lanosa** 2.

1. **Westiella intricata** Borzi (Fig. 233). — Fäden lang, zwischen anderen Algen kriechend, dicht verschlungen, gewunden, unregelmäßig verzweigt, 6—10 μ breit. Zweige einzeln, gleich breit wie die Hauptfäden, am Ende meist etwas verjüngt. Zellen 1½ mal so lang als breit, in jungen Zweigen auch länger. Scheiden farblos, sehr eng (fehlend?). Heterocysten interkalar, quadratisch oder länglich, 1- bis 2 mal so lang als breit. Hormocysten 2—8 zellig, 12—16 μ breit, mit rotbrauner, außen rauher Wand. — An vulkanischen Felsen in den Dämpfen heißer Quellen auf der Insel Pantellaria.

2. **Westiella lanosa** Frémy (Fig. 234). — Lager rasenförmig, bis 2 cm hoch, außen graublaugrün, innen ± farblos. Fäden dicht verschlungen, gerade oder gekrümmt, unregelmäßig verzweigt, 8 bis 10 μ breit. Zweige meist einzeln, selten zu zweien, fast gleich

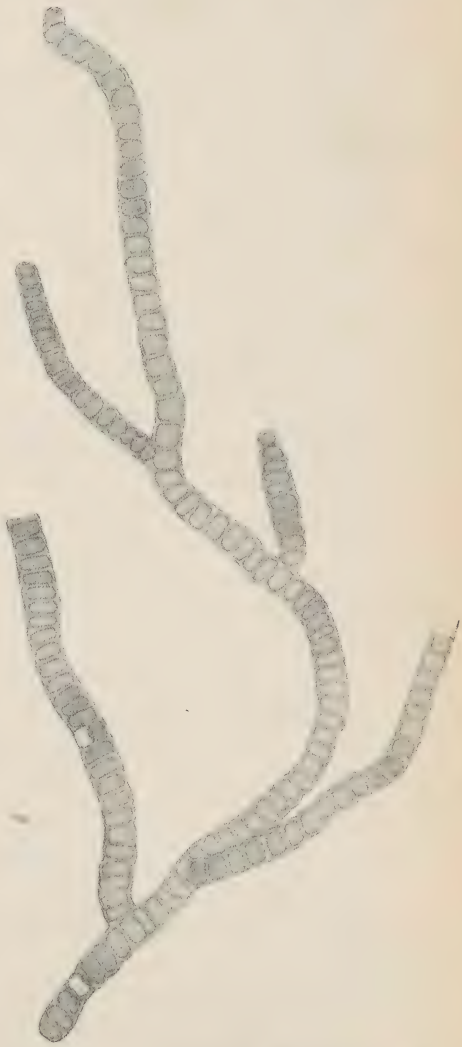


Fig. 232. *Sommierella Cossyrensis.* Faden mit Hormocystenbildung (300×, nach Borzi).

breit mit dem Hauptfaden, lang, aufrecht oder ± liegend. Scheiden eng, homogen, farblos. Trichome blaß blaugrün, 7—8 μ breit, zylindrisch, am Ende manchmal etwas verjüngt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, bis 20 μ lang. Heterocysten 8—9 μ breit, bis 14 μ lang, seltener fast quadratisch. Hormogonien bis 50 μ lang. Hormocysten 2—12 zellig, 12 μ breit, bis 40 μ lang, mit dicker gelber oder rotbrauner, glatter Wand. Dauerzellen (?) ellipsoidisch, 6 μ breit, 7 μ lang, einzeln oder

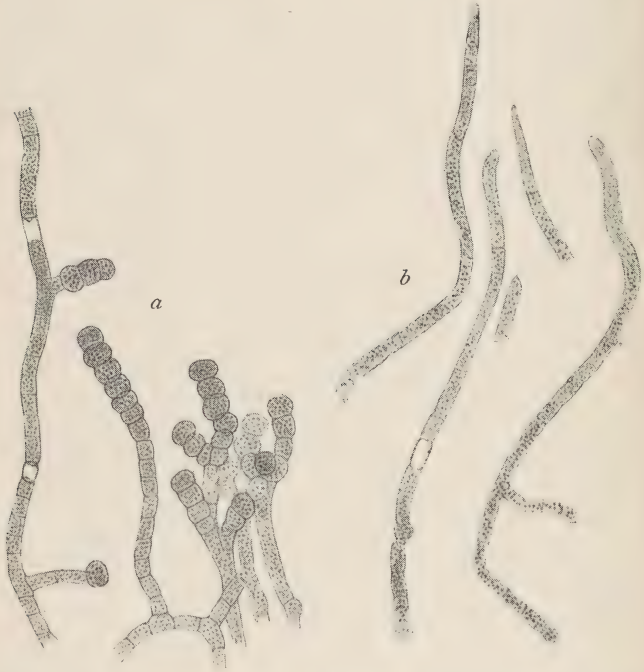


Fig. 233. *Westiella intricata.* *a* Fäden mit Hormocysten; *b* sterile Fäden (200×, nach Borzi).

bis zu vier in Reihen, terminal oder interkalar, mit brauner, glatter Wand. — Auf feuchter Erde in Zentralafrika.

Daß die Hormocysten einfach encystierte Fadenteile sind, zeigt die Tatsache, daß sie in Verbindung mit der Mutterpflanze keimen können und dann den Faden fortsetzen (Fig. 234 *d*).

Hapalosiphon Näg.

Thallus aus freien, verschieden gewundenen, unregelmäßig seitlich, manchmal nur einseitig verzweigten Fäden bestehend. Fäden einreihig, nur mit einzelnen oder wenigen interkalaren längsgeteilten Zellen. Scheiden eng, einheitlich. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien aus fast den ganzen Seitenzweigen entstehend. Dauerzellen bekannt.

Die Abgrenzung gegen *Fischerella*-Arten, die wie *F. maior* fast durchwegs einreihige Fäden besitzen, ist künstlich. — Eine etwas abweichende Form ist *H. flagelliformis*. — Die Verzweigung erfolgt typischerweise durch Abgliederung einer seitlichen Ausstülpung einer interkalaren Zelle.

Die meisten Arten sind typisch hygrophil. In Hochmooren weit verbreitet ist *H. fontinalis*.

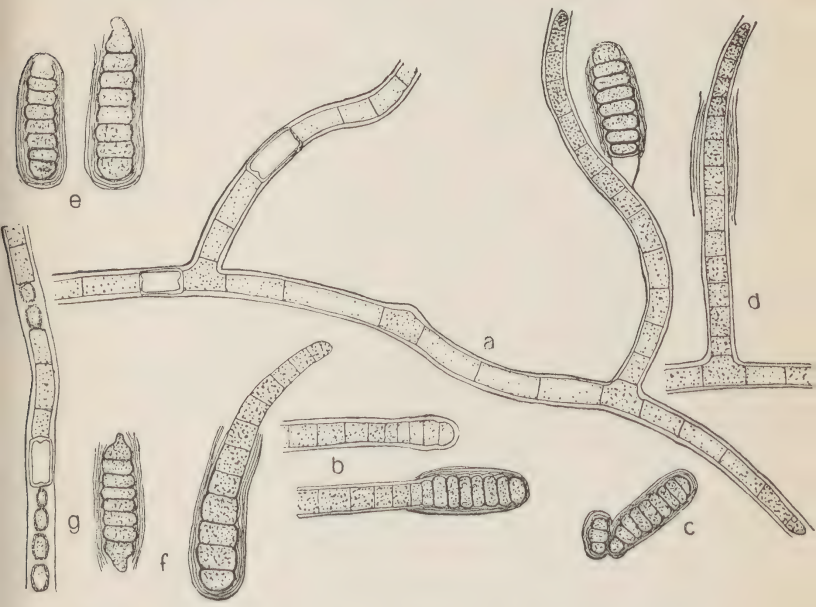


Fig. 234. *Westiella lanosa*. *a* Faden mit einem sekundären Seitenzweig, der sich in eine Hormocyste umgebildet hat; *b*, *c* Hormocystenbildung am Ende eines Zweiges; *c* isolierte zusammengesetzte Hormocyste; *d* Ende eines Zweiges, das aus einer nicht abgefallenen, gekeimten Hormocyste hervorgegangen ist; *e* abgefallene reife und keimende Hormocyste; *f* links an beiden Enden keimende Hormocyste, rechts späteres Keimungsstadium einer an einem Ende keimenden Hormocyste; *g* Faden mit Dauerzellen (?) (350×, nach Frémy).

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Seitenzweige einseitig entwickelt.
1. Seitenzweige allmählich gegen das Ende zu verjüngt, peitschenförmig. **H. flagelliformis** 1.
2. Seitenzweige nicht oder wenig an der Spitze verjüngt, nicht peitschenförmig.
A. Scheiden farblos.
a) Seitenzweige kurz.
α) Scheiden eng.
* Hauptfäden 5,5—7,5 μ breit, Wasserbewohner. **H. Welwitschii** 2.

** Hauptfäden 7—10 μ breit, Baumbewohner. **H. arboreus** 3.

β) Scheiden weit. **H. Baronii** 4.

b) Seitenzweige ± lang.

α) Scheiden dünn.

* Seitenzweige immer dünner als die Hauptfäden. **H. hibernicus** 5.

** Seitenzweige ebenso breit oder wenig schmäler als die Hauptfäden.

† Zellen der Seitenzweige höchstens dreimal so lang als breit. **H. intricatus** 6.

†† Zellen der Seitenzweige 11—30mal so lang als breit. **H. delicatulus** 7.

β) Scheiden ± dick.

* Hauptfäden 18—24 μ breit. **H. fontinalis** 8.

** Hauptfäden bis 10 μ breit. **H. Stuhlmanni** 9.

B. Scheiden gefärbt.

a) Seitenzweige ebenso breit wie die Hauptfäden. **H. luteolus** 10.

b) Seitenzweige dünner als die Hauptfäden.

α) Hauptfäden 8—11 μ breit. **H. Brasiliensis** 11.

β) Hauptfäden breiter.

* Hauptfäden 11,5—12,5 μ breit, Scheiden der Seitenzweige dick. **H. aureus** 12.

** Hauptfäden 18—24 μ breit, Scheiden der Seitenzweige dünn. **H. fontinalis** 8.

II. Seitenzweige allseitig entwickelt.

1. Zellen länglich zylindrisch. **H. confervaceus** 13.
2. Zellen zusammengedrückt ellipsoidisch. **H. flexuosus** 14.

1. **Hapalosiphon flagelliformis** (Schmidle) Forti (Fig. 235). — Lager klein, fleckenförmig, schwarzgrün. Fäden bis 10 μ breit, torulös, mit dünner, farbloser oder seltener blaß gelber Scheide. Zellen ellipsoidisch, blaugrün, länger oder kürzer als breit. Seitenzweige einseitig entwickelt, bis $^1/_2$ mm lang, an der Basis 6 μ breit, am Ende bis 2 μ breit, peitschenförmig. Zellen der Seitenzweige $1^1/_2$—3mal so lang als breit. Heterocysten lang, groß. Fäden mit den Zweigen dicht verschlungen. — An feuchten Felsen in Indien.

Die Art weicht von den übrigen *Hapalosiphon*-Arten durch die peitschenförmigen Seitenzweige ab. Diese scheinen manchmal eine Art von trichothallischem Wachstum zu besitzen. Fig. 235*b* zeigt das interkalare Meristem eines Seitenzweiges, das an der größeren Breite und an der Kürze der Zellen zu erkennen ist. Vielleicht wäre die Art besser in eine neue Gattung zu stellen.

2. **Hapalosiphon Welwitschii** W. et G. S. West — Fäden einzeln zwischen anderen Algen, etwas gebogen, 5,5—7,5 μ breit. Scheiden sehr eng, kaum sichtbar, farblos. Zellen fast kugelig, fast quadratisch oder länglich, so lang wie breit oder länger als breit. Seitenzweige kurz, so breit wie die Hauptfäden oder wenig schmäler, am Ende leicht verjüngt. Zellen

der Zweige $^1/_2$—3 mal so lang als breit. Heterocysten spärlich, abgerundet quadratisch oder länglich zylindrisch. Dauerzellen fast kugelig oder länglich, 5 μ breit, 5—8,5 μ lang. — In Bächen zwischen *Batrachospermum*.

3. **Hapalosiphon arboreus** W. et G. S. West (Fig. 237 *b*). — Fäden einzeln zwischen anderen Algen, gebogen, 7—10 μ breit. Scheiden eng, dünn, farblos. Zellen 1—2 mal so lang als breit, abgerundet quadratisch bis fast zylindrisch. Seitenzweige kurz, so breit wie die Hauptfäden oder wenig schmäler, am Ende etwas verjüngt. Heterocysten quadratisch oder kürzer oder länger als breit, 9—11 μ lang. — An Bäumen.

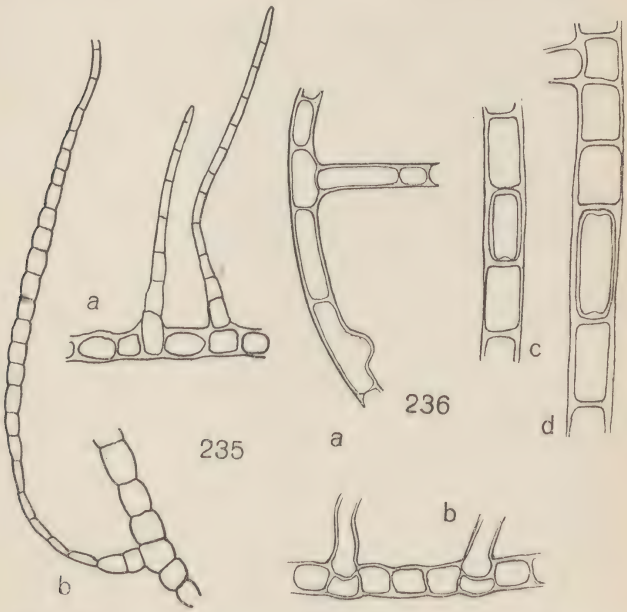


Fig. 235, 236. 235 *Hapalosiphon flagelliformis* (nach Schmidle). 236 *H. Brasiliensis* (*a*, *b* 592×, *c*, *d* 712×, nach Borge).

4. **Hapalosiphon Baronii** W. et G. S. West — Lager büschelig, aus dicht verflochtenen Fäden bestehend. Fäden reichlich verzweigt, 7,5—10 μ breit. Scheiden weit, farblos. Zellen abgerundet quadratisch bis fast kugelig, 3,8—5 μ breit. Seitenzweige kurz. Heterocysten fast quadratisch. — In stehenden Gewässern.

5. **Hapalosiphon hibernicus** W. et G. S. West (Fig. 239). — Fäden einzeln zwischen anderen Algen, etwas gebogen, 7,2 bis 9,5 μ breit, reichlich verzweigt. Zellen abgerundet quadratisch bis fast zylindrisch oder kürzer als breit. Scheiden dünn, eng, farblos. Seitenzweige aufrecht, dünner als die Hauptfäden, 4,5—5 μ breit, einzeln oder zu 2—3 nebeneinander, lang und manchmal wieder verzweigt. Zellen der Zweige 3—4, seltener

bis 8 mal so lang als breit. Heterocysten zylindrisch, $1\frac{1}{2}$—5 mal so lang als breit. — In stehenden Gewässern, in Hochmooren.

Die Art steht der folgenden nahe und ist vielleicht nur als Varietät von dieser aufzufassen.

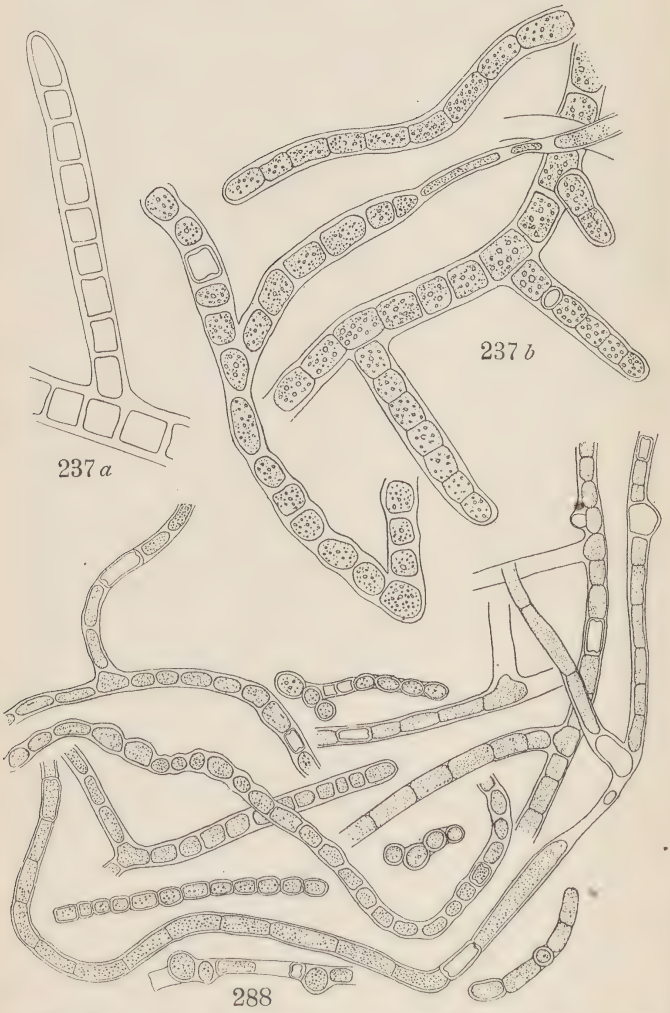


Fig. 237, 238. 237 *a Hapalosiphon fontinalis* (nach Lemmermann). 237 *b H. arboreus* (nach W. und G. S. West). 238 *H. intricatus* (nach W. und G. S. West).

6. **Hapalosiphon intricatus** W. West (Fig. 238). — Fäden dicht verflochten, spärlich verzweigt, 4—7,5 μ breit, kleine blaugrüne Büschel bildend. Scheiden eng, farblos, oft schwer sichtbar. Zellen kugelig bis zylindrisch, $1\frac{1}{2}$—3 mal so lang als breit. Seitenzweige so dick wie die Hauptfäden. Heterocysten fast quadratisch bis zylindrisch, 1—3 mal so lang als

breit. Dauerzellen kugelig bis ellipsoidisch, seltener fast zylindrisch. — In stehenden Gewässern, an Wasserpflanzen, zwischen Moosen auf feuchter Erde.

Die Dauerzellen treten manchmal nur in der Einzahl neben den Heterocysten auf.

f. *maior* Stroem. — Fäden 10—12,5 μ breit. — In Norwegen. Borge fand eine reich verzweigte Form, deren Fäden 9—10,4 μ breit waren.

7. **Hapalosiphon delicatulus** W. et G. S. West — Fäden einzeln zwischen anderen Algen, gebogen, 3,8—4 μ breit. Scheiden sehr dünn, farblos. Zellen 2—3½ mal so lang als breit, Seitenzweige so breit wie die Hauptfäden oder wenig schmäler. Zellen der Seitenzweige 11—30 mal so lang als breit. Heterocysten 2—3 mal so lang als breit, 3—3,8 μ breit, 7—12 μ lang. — In stehenden Gewässern.

8. **Hapalosiphon fontinalis** (Ag.) Born. (Fig. 237 *a*). — Lager flockig, büschelig, blaugrün oder braun, 1—3 mm hoch. Fäden verflochten, kriechend, oft torulös, reichlich verzweigt, gerade oder gebogen, 18—24 μ breit. Zellen quadratisch bis rundlich, meist so lang wie breit. Scheiden ± dick, farblos oder im Alter gelbbraun. Seitenzweige aufrecht, dünner als die Hauptfäden, 5—12 μ breit, mit dünner Scheide. Zellen der Zweige meist zylindrisch, 1- bis 2 mal so lang als breit. Heterocysten quadratisch bis zylindrisch. Hormogonien ca. 6 μ breit, 100—300 μ lang, aus 14—50 Zellen bestehend. — In Hochmooren und anderen stehenden Gewässern, an Wasserpflanzen.

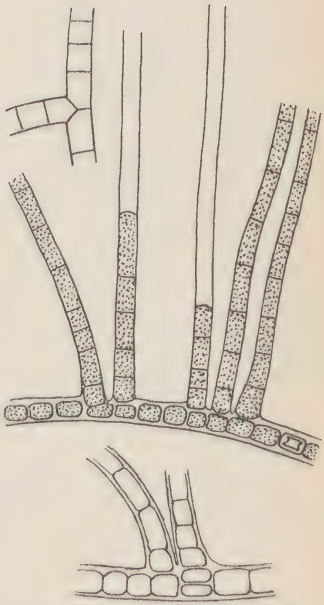


Fig. 239. *Hapalosiphon hibernicus* (416×, nach W. und G. S. West).

9. **Hapalosiphon Stuhlmannii** Hieron. — Lager flockig, büschelig, blaugrün. Fäden verflochten, kriechend, oft torulös, reichlich verzweigt, bis 10 μ breit. Zellen meist ein-, selten zweireihig, fast so lang wie breit oder kürzer. Scheiden ziemlich dick. Seitenzweige aufrecht, 5—8 μ breit, wiederholt verzweigt, mit langzylindrischen, bis 16 μ langen Zellen. Heterocysten kugelig oder länglich, 6—8 μ breit, bis 16 μ lang. — An Wasserpflanzen in stehenden Gewässern Afrikas.

10. **Hapalosiphon luteolus** W. et G. S. West — Fäden zu kleinen, gelbbraunen Büscheln vereinigt, dicht verflochten, 9,5—11,5 μ breit. Seitenzweige einzeln, gebogen, manchmal

kurz und gerade, ebenso breit wie die Hauptfäden. Scheiden fest, weit, gelblich. Zellen zylindrisch bis fast quadratisch, 5,5—6 μ breit, bis dreimal so lang. Heterocysten zylindrisch, 1½—3 mal so lang als breit. Dauerzellen fast quadratisch oder etwas länger als breit. — In stehenden Gewässern.

11. **Hapalosiphon Brasiliensis** Borge (Fig. 236). — Lager flockig-büschelig, ca. 3 mm hoch. Hauptfäden 8—11 μ breit, manchmal schwach torulös, spärlich einseitig verzweigt. Scheiden eng, dünn, fest, gelbbraun, in der Jugend farblos. Seitenzweige einzeln oder zu zweien, schmäler als die Hauptfäden, 6,5—7,5 μ breit. Zellen fast quadratisch bis 4 mal so lang als breit. Heterocysten zylindrisch, 7—9 μ breit, bis 27 μ lang. — In stehendem Wasser in Brasilien.

12. **Hapalosiphon aureus** W. et G. S. West — Fäden zu goldbraunen Büscheln vereinigt, dicht verflochten, 11,5—12,5 μ breit, reichlich verzweigt. Scheiden fest, dick, goldbraun, im Alter oft punktiert. Seitenzweige einzeln oder zu zweien, lang, gebogen, dünner als die Hauptfäden, 6,5—9,5 μ breit. Scheiden der Zweige dick, meist farblos. Zellen 4—6,5 μ breit, fast quadratisch, fast kugelig, ellipsoidisch oder zylindrisch, kürzer

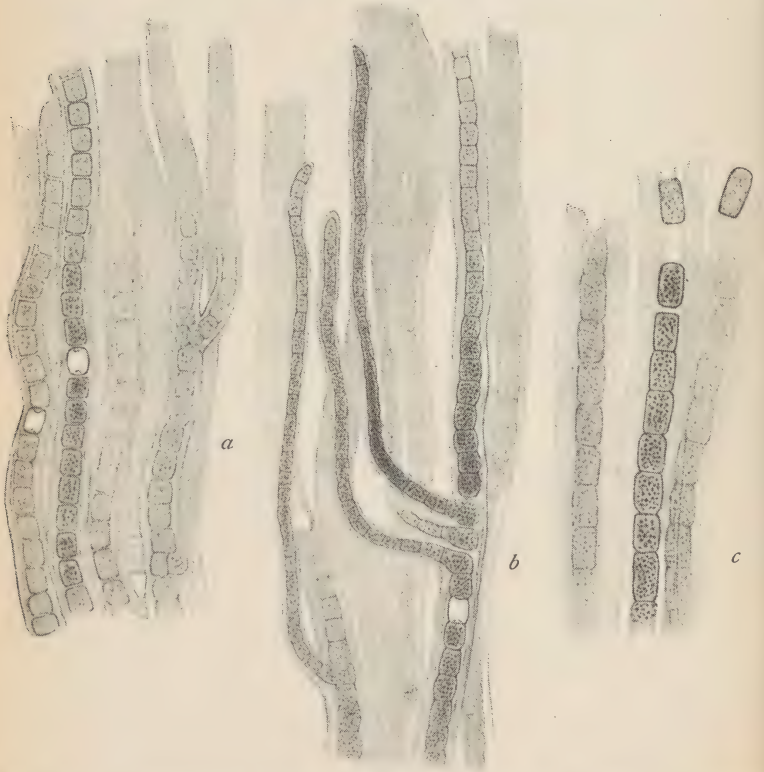


Fig. 240. *Thalpophila Cossyrensis*. *a*, *b* Teile des Lagers; *c* Dauerzellen (200×, nach Borzi).

oder länger als breit. Heterocysten zylindrisch, 1¼—3½ mal so lang als breit. — In stehenden Gewässern, auch auf feuchter Erde.

13. **Hapalosiphon confervaceus** Borzi. — Fäden zu einem flockigen, filzigen, lebhaft blaugrünen Lager vereinigt, kriechend, 15—22 μ breit, allseitig verzweigt. Scheiden dünn, mit kleinen Kalkkörnchen bedeckt. Zellen und Heterocysten quadratisch bis länglich zylindrisch — In stehenden Gewässern.

14. **Hapalosiphon flexuosus** Borzi. — Fäden kriechend, allseitig verzweigt, 6—8 μ breit. Seitenzweige gebogen. Scheiden dünn. Zellen und Heterocysten zusammengedrückt ellipsoidisch. — In stehenden Gewässern.

Thalpophila Borzi

Thallus aus ± parallelen, seitlich verklebten und verschlungenen, einreihigen Fäden bestehend. Verzweigungen spärlich, seitlich anliegend. Trichome gleichbreit, die älteren torulös, die jüngeren zylindrisch. Scheiden dick, geschichtet, außen verschleimend. Heterocysten interkalar. Hormogonien unbekannt. Dauerzellen in den alten Fäden, in Reihen, mit fester Wand.

Einzige Art:

Thalpophila Cossyrensis Borzi (Fig. 240). — Lager fleischig-schwammig, ausgebreitet. Fäden 8—16 μ breit. Scheiden 6—8 μ dick. Dauerzellen mit dunkelbrauner Wand 8 μ breit, 12 μ lang. — An vulkanischen Felsen in den Dämpfen heißer Quellen auf der Insel Pantellaria.

Leptopogon (A. Br.) Borzi.

Thallus aus freien, anfangs niederliegenden, später aufrechten, ± dicht zu *Symploca*-artigen Bündeln vereinigten Fäden bestehend. Fäden einreihig oder nur stellenweise mit längsgeteilten Zellen, seitlich verzweigt. Alte Trichome torulös, mit dicken Scheiden, junge Trichome

Fig. 241. *Leptopogon intricatus*. *a* Enden der aufrechten Fäden in Hormocystenbildung; *b* Keimungsstadien der Hormocysten (300×, nach Borzi).

zylindrisch, mit engen Scheiden. Heterocysten interkalar oder lateral. Hormogonien und Dauerzellen unbekannt. Hormocysten zu vielen an den Enden der Zweige, 8—10zellig.

Einzige Art:

Leptopogon intricatus (A. Br.) Borzi (Fig. 241.). — Lager rasenförmig. Alte Fäden einseitig, junge allseitig verzweigt. — Auf Blumentöpfen in Warmhäusern.

Nostocales.

Trichome immer einreihig[1]), nie echt verzweigt, entweder scheinverzweigt oder unverzweigt, einzeln oder zu mehreren in einer Scheide, in Haare ausgehend oder ohne Haare, mit Differenzierung in Basis und Spitze oder ohne diese Differenzierung. Fäden unverzweigt oder verzweigt[2]), frei oder seitlich miteinander verklebt, nicht festgeheftet oder an einem Ende, seltener in der Mitte festgeheftet. Spitzen- und interkalares, seltener trichothallisches Wachstum. Hormogonien, Heterocysten und Dauerzellen vorhanden oder fehlend. Bei *Herpyzonema rupicola* (marin) Sporangien mit Endosporen.

Die *Nostocales* sind von den *Stigonematales* durch das Fehlen von echten Verzweigungen und Längsteilungen der Trichomzellen deutlich verschieden. Die Reihe ist sehr stark gegliedert, die Unterschiede zwischen den einzelnen Familien sind aber ± nebensächlicher Natur, die Abgrenzungen vielfach subjektiv und unsicher. Wahrscheinlich handelt es sich um eine Reduktionsreihe mit mehreren parallelen Seitenreihen.

Bestimmungsschlüssel der Familien.

I. Trichome mit V-Verzweigung, Heterocysten vorhanden.
Mastigocladaceae (S. 203).

II. Trichome ohne V-Verzweigung.

1. Trichome peitschenförmig, in ein ± deutliches Haar ausgehend[3]), meist mit Heterocysten. **Rivulariaceae** (S. 205).

2. Trichome nicht peitschenförmig, nicht in Haare ausgehend, aber manchmal mit Differenzierung in Basis und Spitze, an der Spitze verjüngt oder verbreitert.

A. Trichome scheinverzweigt, meist mit Heterocysten.
Scytonemataceae (S. 243).

B. Trichome unverzweigt.

a) Heterocysten vorhanden[4]).

α) Scheiden fest, nicht verschleimend.
Microchaetaceae (S. 278).

---

1) Scheinbar zweireihig sind die keimenden Hormogonien mancher *Nostoc*-Arten und die Basis der V-Verzweigungen der *Mastigocladaceen*.

2) Die Verzweigung der Fäden ist nicht mit der Verzweigung der Trichome zu verwechseln!

3) Nur ganz vereinzelt finden sich Formen (*Calothrix*-Arten), die kein typisches Haar besitzen, die aber wegen ihres sonstigen Aufbaues zu den *Rivulariaceen* gestellt werden müssen.

4) In gewissen Stadien können die Heterocysten auch fehlen (vgl. *Aphanizomenon*).

β) Scheiden weich, ± verschleimend.
Nostocaceae (S. 286).
b) Heterocysten fehlen. **Oscillatoriaceae** (S. 337).

Mastigocladaceae.

Trichome mit V-Verzweigung. Scheiden fest oder verschleimend. Heterocysten interkalar. Hormogonien vorhanden. Dauerzellen fehlen. Bei *Herpyzonema rupicola* (marin) Endosporen zu vielen durch Teilungen nach drei Raumrichtungen in vergrößerten Zellen (Sporangien) gebildet.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Seitenzweige dünner als die Hauptfäden, von diesen deutlich verschieden. **Mastigocladus** (S. 203).
II. Seitenzweige und Hauptfäden gleich oder fast gleich.
Herpyzonema (S. 204).

Mastigocladus Cohn

Fäden einreihig, scheinverzweigt, mit langen, schmalen Seitenzweigen. Scheiden eng, fest oder verschleimend. Zellen der Hauptfäden ± kugelig, die der Seitenzweige lang zylindrisch. Heterocysten interkalar. Hormogonien und Dauerzellen unbekannt.

Borzi gibt Hormocysten an.

Einzige Art:

Mastigocladus laminosus Cohn (Fig. 242). — Lager hautartig, fleischig-schwammig, häufig mit Kalkkörnchen (außen glatt und weich, innen sandig), fest und ziemlich hart, manchmal geschichtet, schmutzig blau- oder olivengrün. Fäden dicht verflochten, 4—8 μ breit, gekrümmt, mit deutlichen Scheiden, im Alter rosen-

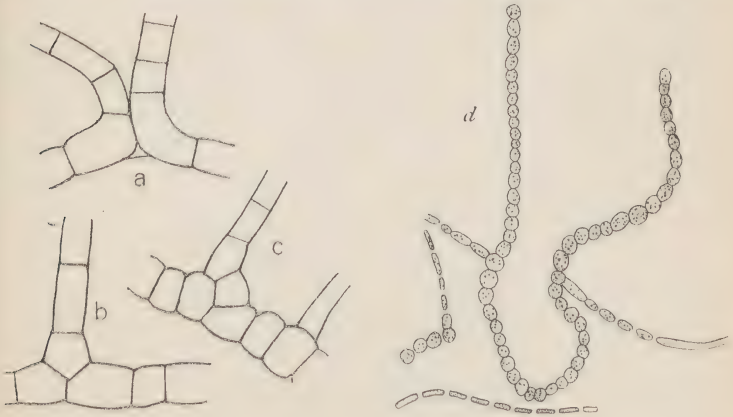


Fig. 242. *Mastigocladus laminosus.* *a*—*c* einzelne Verzweigungen, *d* Habitusbild (*a*—*c* 800×, Original; *d* schwächer vergrößert, nach Buscaloni).

kranzförmig und mit undeutlicher, verschleimender Scheide. Seitenzweige ca. 3 μ breit, aufrecht abstehend. Zellen der Hauptfäden tonnenförmig bis kurz zylindrisch, die der Seitenzweige langzylindrisch. Heterocysten interkalar, kugelig oder ellipsoidisch, bis 6,5 μ breit, einzeln oder zu zweien. — In heißen Quellen.

Die Form zeigt ein ziemlich verschiedenes Aussehen, je nachdem das Wachstum der zylindrischen das Wachstum der torulösen Fäden überwiegt[1]). Hansgirg erwähnt Dauerzellen-artige Bildungen, die in den torulösen Fäden entstehen und durch ihre Größe und braune Wand charakterisiert sind.

Herpyzonema Weber van Bosse

Lager aus verschieden gekrümmten, verschlungenen Fäden bestehend, polsterförmig. Fäden einreihig, scheinverzweigt, mit **V**-Verzweigung. Scheide dick, geschichtet, fest. Heterocysten interkalar. Hormogonien und Dauerzellen unbekannt.

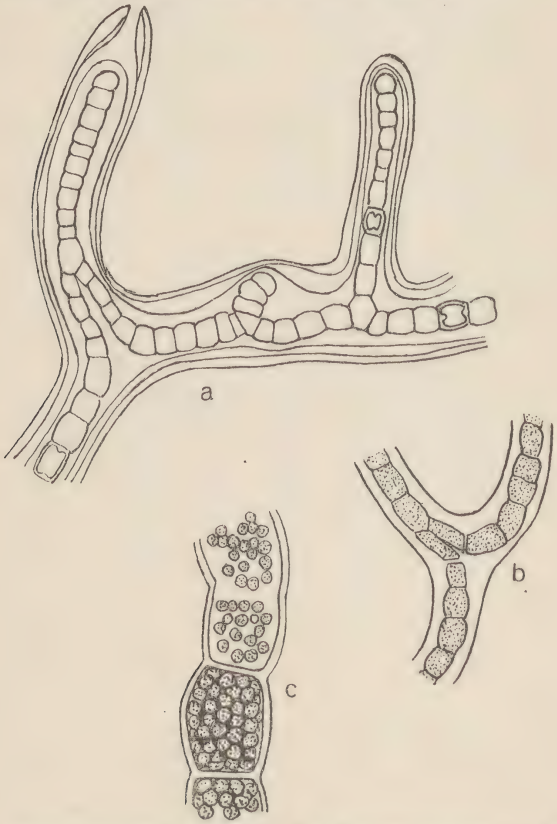


Fig. 243. *Herpyzonema rupicola*. *a*, *b* Verzweigungen; *c* Endosporenbildung (415×, nach Weber van Bosse).

1) Boye P. unterscheidet eine *f. typica*, *f. anabaenoides* und *f. phormidioides*. Bei letzterer fehlen die Heterocysten.

Die marine Art *H. rupicola* (Fig. 243*c*) besitzt als einzige Hormogonee Sporangien mit Endosporen, die durch Teilungen nach drei Raumrichtungen gebildet werden. Die Süßwasserart ist nur an geringem Material von einem einzigen Standort untersucht und ungenügend bekannt. Vielleicht kann auch sie Endosporen bilden.

Einzige Art:

Herpyzonema Lorentzii Weber van Bosse. — Lager polsterförmig, braunschwarz, mit anderen Algen vermischt. Fäden verschlungen, 20—24 μ breit, an den Enden abgerundet. Trichome 4—8 μ breit, rosenkranzförmig, blaugrün. Scheide geschichtet. Heterocysten interkalar, länglich. — Cyklopen Berge, Neu-Guinea.

Genauere Standortsangaben fehlen; wahrscheinlich handelt es sich um eine terrestrische Form. — Eine Abbildung liegt nicht vor.

Rivulariaceae.

Trichome immer einreihig, an einem Ende verjüngt und in ein Haar ausgezogen oder seltener an beiden Enden verjüngt und in Haare ausgehend, nur sehr selten ohne Haar (*Calothrix*-Arten), unverzweigt oder scheinverzweigt, manchmal mit deutlichem trichothallischen Wachstum. Scheinverzweigungen einzeln oder zu mehreren beisammen, oft in regelmäßiger Aufeinanderfolge und regelmäßige, häufig sympodial aufgebaute Thalli bildend, die durch Auswachsen eines Trichomteils unterhalb einer Heterocyste entstehen. Scheiden fest oder ± verschleimend, oft geschichtet, oft aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken zusammengesetzt. Heterocysten interkalar oder terminal (basal), manchmal fehlend. Hormogonien. Dauerzellen vorhanden oder fehlend. *Chroococcaceen*-Stadium vorhanden oder fehlend.

Bei vielen *Rivulariaceen* entstehen aus einem Hormogonium zwei Fäden, indem sich der Keimling an beiden Enden verjüngt und dann in der Mitte auseinanderfällt. Bei manchen erfolgt keine Zertrennung, so daß nur ein Trichom entsteht, daß an jedem Ende ein Haar trägt (*Hammatoidea*).

Viele Formen besitzen trichothallisches Wachstum. Am Keimling tritt frühzeitig die polare Differenzierung in Basis und Spitze ein, die Spitze bildet das Haar und entwickelt sich nicht weiter, die basalen Zellen verlieren ihre Teilungsfähigkeit. In der Mitte des Trichoms bleibt dauernd eine teilungsfähige Zone erhalten, die dann bei den verzweigten Formen auch die Seitenzweige liefert. Bei der Hormogonienbildung wird das Haar abgeworfen und die Hormogonien entstehen aus dem interkalaren Meristem. Die basale, teilungsunfähige Zone ist dadurch charakterisiert, daß hier basale Heterocysten auftreten. Meistens entstehen mehrere nacheinander in akropetaler Reihenfolge. Doch gehen die älteren in der Regel zugrunde und werden unkenntlich, so daß dann nur eine einzige basale Heterocyste sichtbar ist. Die Bildung der ersten Heterocyste erfolgt bei der Keimung der Hormogonien sehr früh, nämlich gleichzeitig mit den Anfangs-Stadien der Ausbildung des Haares. Bei vielen Formen werden sekundäre, interkalare Heterocysten gebildet. Sie sind dann in der Regel der Anlaß zur Scheinverzweigung.

Die Dauerzellen liegen bei allen Formen basal und gehen — wenn ein interkalares Meristem ausgebildet ist — nicht aus diesem,

sondern, wie zu erwarten, aus der teilungsunfähigen Zone hervor. Dabei ist immer eine Beziehung mit den Heterocysten zu beobachten[1]). Besonders eigentümlich ist in dieser Hinsicht *Gloeotrichia Pilgeri*, wo die Dauerzellen ziemlich regelmäßig mit Heterocysten abwechseln. Die Bildung der Dauerzellen hängt wenig von Außenbedingungen ab. Formen, die überhaupt Dauerzellen besitzen, zeigen sie in der Regel, wenn der Thallus eine bestimmte Größe erreicht hat[2]).

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Heterocysten fehlen.
  1. Trichome im entwickelten Zustand nur an einem Ende verjüngt.
    A. Basis der Fäden in einzelne Zellen isoliert, ein *Chroococcaceen*-Stadium (Gonidien) bildend.
      Leptochaete (S. 207).
    B. Basis der Fäden aus einer festgewachsenen, mehrzelligen, scheibenartigen Vereinigung von Zellen entspringend.
      Amphithrix (S. 209).
    C. Basis der Fäden ohne *Chroococcaceen*-Stadium und ohne Scheibe.
      a) Ende in ein gegliedertes Haar ausgehend.
        Homoeothrix (S. 209).
      b) Ende in ein Schleimhaar ausgehend.
        Tapinothrix (S. 211).
  2. Trichome an beiden Enden verjüngt.
    Hammatoidea (S. 212).

II. Heterocysten vorhanden.
  1. Trichome wiederholt scheinverzweigt.
    A. Scheinverzweigungen zu zwei bis vielen gehäuft, Fäden oft scheindichotom verzweigt. **Dichothrix** (S. 213).
    B. Scheinverzweigungen nicht gehäuft, einzeln, in Abständen voneinander, Fäden nicht dichotom verzweigt.
      a) Scheiden immer zylindrisch, nicht blasig-sackförmig.
        α) Fäden einzeln oder zu Büscheln oder Krusten vereinigt, wenig scheinverzweigt. **Calothrix** (S. 218).
        β) Fäden zu großen, halbkugeligen oder kugeligen, im Alter zu flachen Polstern zusammenfließenden Gallertlagern vereinigt, oft wiederholt scheinverzweigt.
          * Dauerzellen vorhanden. **Gloeotrichia** (S. 230).
          ** Dauerzellen fehlen. **Rivularia** (S. 237).
      b) Scheiden wenigstens teilweise blasig-sackförmig.
        Sacconema (S. 243).
  2. Trichome nicht scheinverzweigt.
    A. Fäden einzeln oder Büscheln und Krusten bildend.
      Calothrix (S. 218).

---

1) Vgl. das auf S. 18 Gesagte.

2) Andere Blaualgen *(Nostoc)* können beliebig lang ohne Dauerzellbildung wachsen. Die Erscheinung hängt damit zusammen, daß ihr Thallus weniger hoch organisiert ist als der der *Rivulariaceen*.

B. Fäden zu einem halbkugeligen oder kugeligen Gallertlager vereinigt.
a) Dauerzellen vorhanden. **Gloeotrichia** (S. 230).
b) Dauerzellen fehlen. **Rivularia** (S. 237).

Leptochaete Borzi

Trichome unverzweigt, an der Basis in einzelne Zellen (Gonidien) aufgelöst, die durch Teilungen nach drei Raumrichtungen ein *Chroococcaceen*-Stadium bilden. Fäden aufrecht, ± parallel, zu einem hautartigen oder krustenförmigen, festsitzenden Lager vereinigt. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien.

Viele Arten gehören zu den typischen Bestandteilen der Flora schnellfließender, klarer Bergbäche, wo sie Krusten an Steinen bilden. *L. rivulariarum* und *L. nidulans* leben in der Gallerte anderer Cyanophyceen.

Die Bachformen sind noch sehr ungenügend bekannt. Man findet besonders in kalkhaltigem Wasser eine große Zahl von Formen, die mit den bekannten Arten nur ungenau übereinstimmen. Vielfach zeigen sich Übergänge zu festsitzenden *Lyngbya*-Arten, indem die Fadenenden nicht oder nur wenig verjüngt sind. — Sehr oft läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob die basalen, *Chroococcaceen*-artigen Zellen, die man an der Basis der Fäden findet, wirklich mit diesen in genetischem Zusammenhang stehen oder nicht.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Scheiden farblos oder blaßgelblich.
1. Fäden im Gallertlager anderer Algen. **L. rivulariarum** 1.
2. Fäden nicht im Gallertlager anderer Algen, meist zu einem Lager vereinigt.
A. Fäden schmäler als 4,5 μ, Lager ± blaugrün.
a) Fäden 3—4,5 μ breit. **L. stagnalis** 2.
b) Fäden bis 2 μ breit. **L. parasitica** 3.
B. Fäden breiter als 4,5 μ, Lager ± braun.
a) Fäden bis 8 μ breit. **L. fonticola** 4.
b) Fäden bis 6 μ breit. **L. crustacea** 5.
3. Lager epiphytisch auf Blättern von Bäumen. **L. Hansgirgi** 6.

II. Scheiden deutlich gefärbt, goldgelb bis gelbbraun.
1. Fäden zu einem krustenförmigen Lager vereinigt.
A. Fäden 3—4 μ breit, 12—18 μ lang. **L. rivularis** 7.
B. Fäden 4—5 μ breit, bis 300 μ lang. **L. gracilis** 8.
2. Fäden im Gallertlager anderer Algen. **L. nidulans** 9.

1. **Leptochaete rivulariarum** (Hansg.) Lemm. — Fäden einzeln oder zu einem 10—14 μ breiten Bündel vereinigt, an der Basis 2—3 μ breit. Zellen an den Querwänden leicht eingeschnürt. Scheiden farblos. — In Gebirgsbächen in den Lagern von *Rivularia*.

2. **Leptochaete stagnalis** Hansg. — Lager dünnhäutig, spangrün, rundlich-scheibenförmige Überzüge bildend. Fäden dicht gedrängt, parallel, an der Basis 3—4,5 μ breit, allmählich gegen die Spitze zu verjüngt, meist kurz (30—50 μ lang). Zellen

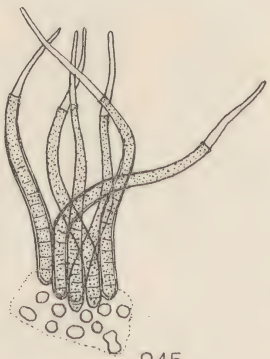
meist ½ (selten bis 1) mal so lang als breit, blaugrün. Scheiden dünn, farblos. — An Steinen in stehenden Gewässern, zusammen mit *Chaetophora*.

3. **Leptochaete parasitica** Borzi — Lager polsterförmig, sehr klein, blaugrün oder blaßblau. Fäden gerade oder fast gerade, parallel, bis 2 μ breit. Scheiden dünn, farblos. — In stehenden Gewässern auf den Stengeln von Wasserpflanzen.

4. **Leptochaete fonticola** Borzi — Lager weit ausgebreitet, schleimig-krustenförmig, purpurbraun. Fäden bis 8 μ breit. Scheiden deutlich, farblos. — Auf Steinen in Quellen.

5. **Leptochaete crustacea** Borzi (Fig. 244). — Lager weit ausgebreitet, schwarzbraun. Fäden bis 6 μ breit. Scheiden sehr eng, farblos. — Auf Steinen in Bächen.

244



245

Fig. 244, 245. 244 *Leptochaete crustacea*, oben ein ausgetretenes Hormogonium (640×, nach Borzi). 245 *L. nidulans* (ca. 700×, nach Hansgirg).

6. **Leptochaete Hansgirgi** Schmidle — Lager ausgebreitet, büschelig. Fäden anfangs 1,7—2 μ breit, 120—200 μ lang, am Ende nicht verjüngt, später an der Basis aufgetrieben und bis 4 μ breit, allmählich gegen das Ende zu verjüngt. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, blaugrün. Scheiden an der Basis gelb, weiter oben farblos. — Auf Blättern von Bäumen in Indien.

7. **Leptochaete rivularis** Hansg. — Lager klein, krustenförmig, gelbbraun. Fäden dicht gedrängt, an der Basis 3—4 μ breit, 12—18 μ lang. Scheiden eng, dünn, goldgelb bis gelbbraun. — In schnellfließenden Gebirgsbächen zusammen mit *Hydrurus* und *Pseudochantransia*.

8. **Leptochaete gracilis** (Hansg.) Geitler (= *L. crustacea* var. *gracilis* Hansg.). — Lager krustenförmig, etwas höckerig. Fäden dicht gedrängt, ± parallel, an der Basis 4—5 μ breit, bis 300 μ lang, seltener länger. Scheiden goldgelb oder gelb. — Auf Kalkfelsen.

9. **Leptochaete nidulans** Hansg. (Fig. 245). — Fäden einzeln oder dicht gehäuft, gerade oder leicht gekrümmt, an der Basis 2—4,5 μ breit. Trichome an der Spitze aus den Scheiden hervorragend, blaugrün. Scheiden eng, goldgelb bis gelbbraun. — Im Lager von *Microcystis* und *Gomphosphaeria* in stehenden Gewässern.

Amphithrix Kütz.

Trichome unverzweigt, aus einer scheibenförmigen Zellschichte entspringend. Fäden aufrecht, zu einem krustenförmigen Lager vereinigt. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien.

Einzige Art:

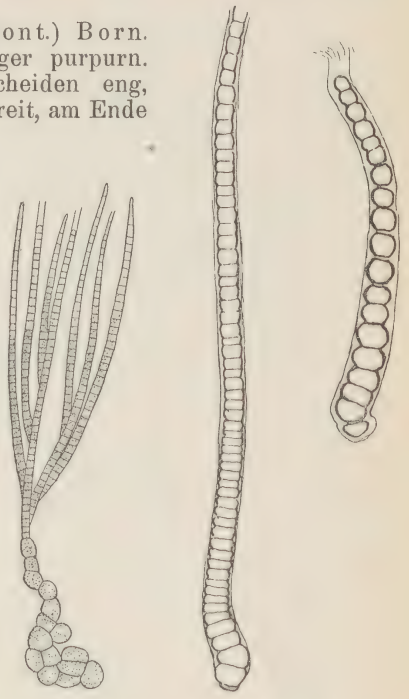
Amphithrix janthina (Mont.) Born. et Flah. (Fig. 246). — Lager purpurn. Fäden 1,5—2,5 μ breit. Scheiden eng, dünn. Zellen ebenso lang wie breit, am Ende der Fäden etwas länger. Hormogonien 20 μ lang. — An Steinen in fließenden und stehenden Gewässern.

Außer dieser Art scheinen noch einige andere nicht oder unvollkommen beschriebene Arten vorzukommen.

Homoeothrix Thur.

Trichome unverzweigt oder an der Basis, selten weiter oben scheinverzweigt. Fäden aufrecht, büschelig gestellt, zu einem polsterförmig-krustigen oder rasenförmigen Lager vereinigt. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien?

Wie bei *Leptochaete* und *Amphithrix* scheinen auch bei dieser Gattung viele noch nicht oder ungenau beschriebene Arten, vor allem in Gebirgsbächen, in Brunnentrögen und Quellen u. dgl., vorzukommen.



246 247

Fig. 246, 247. 246 *Amphithrix janthina* (575×, nach Kirchner). 247 *Homoeothrix cartalaginea* (500×, nach West).

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden nicht oder wenig verzweigt.
  1. Nicht im Gallertlager anderer Algen.
    A. Scheiden im Alter gelbbraun. **H. Balcarica** 1.
    B. Scheiden immer farblos.
      a) Fäden 10—15 μ breit. **H. Juliana** 2.
      b) Fäden schmäler.
        α) Fäden 5—10 μ breit. **H. cartalaginea** 3.
        β) Fäden 4 μ breit. **H. Hansgirgi** 4.
  2. Fäden einzeln im Gallertlager anderer Algen. **H. endophytica** 5.

II. Fäden reichlich verzweigt.
1. Trichome 8 μ breit. **H. caespitosa** 6.
2. Trichome 4 μ breit. **H. crustacea** 7.

1. **Homoeothrix Balearica** (Born. et Flah.) Lemm. — Fäden an der Basis niederliegend, verflochten, bis 1 mm lang, 12 μ breit, an der Basis schwach verdickt, unverzweigt oder spärlich verzweigt, zu einem ausgebreiteten, büscheligen, olivenbraunen 1 mm hohen Lager vereinigt. Scheide dünn, manchmal geschichtet, im Alter gelbbraun. Zellen scheibenförmig, 7—9 μ breit, blaugrün-olivenfarben. — An feuchten Felsen, am Rand von Sümpfen u. dgl.

var. *tenuis* W. et G. S. West. — Fäden 3,5—5 μ breit. — In England.

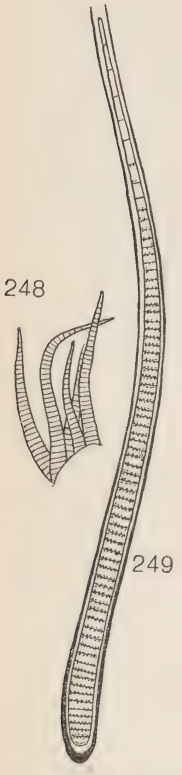


Fig. 248, 249. 248 *Homoeothrix Hansgirgi* (nach Schmidle). 249 *H. endophytica* (228×, nach Lemmermann).

2. **Homoeothrix Juliana** (Menegh.) Kirchn. — Fäden einzeln oder zu einem oliven-, getrocknet amethystfarbigen Lager vereinigt, aufrecht, starr, unverzweigt, 10—15 μ breit, bis 2 mm lang, an der Basis oft verdickt. Scheide dünn, eng, farblos, nicht geschichtet. Trichome 9—12,5 μ breit, in ein langes, zerbrechliches Haar ausgehend. Zellen scheibenförmig, $^1/_3$mal so lang als breit. Hormogonien 4—5mal so lang als breit. — An Steinen und Wasserpflanzen in stehenden Gewässern, auch in Thermen.

3. **Homoeothrix cartalaginea** (G. S. West) Lemm. (Fig. 247). — Lager weit ausgebreitet, flach, dunkelgrün oder schmutzig blaugrün, 1 mm dick. Fäden dicht gedrängt, gewunden, meist kurz, 5—10 μ breit, an der Basis leicht verdickt. Scheide eng, fest, farblos, oft kaum sichtbar. Trichome kurz, in ein kurzes Haar ausgehend, an den Querwänden leicht eingeschnürt. Zellen an der Basis wenig kürzer als breit, selten $^1/_3$mal so lang als breit (scheibenförmig), meist tonnenförmig bis fast kugelig, 4,5—9 μ breit, weiter oben ebenso lang wie breit oder bis doppelt so lang als breit. Basalzelle klein, Endzelle fast kegelförmig. — Auf altem Holz, Tanganyika-See, Afrika.

4. **Homoeothrix Hansgirgi** (Schmidle) Lemm. (Fig. 248). — Fäden zu vielen beisammen auf anderen Algen, aufrecht, unverzweigt, ca. 4 μ breit, 20—60 μ lang. Scheiden dünn, eng, farblos. Trichome in ein kurzes Haar endigend. Zellen sehr kurz, scheibenförmig. — In einem See in Ostindien.

5. **Homoeothrix endophytica** Lemm. (Fig. 249). — Fäden gerade, selten etwas gekrümmt, einzeln, unverzweigt, ca. 15 μ breit. Scheiden ± weit, farblos, manchmal außen etwas uneben.

Trichome gegen die Spitze zu allmählich verjüngt, in ein Haar ausgehend, 6—9 μ breit. Zellen scheibenförmig, ca. 1,5 μ lang, an den Querwänden granuliert, manchmal leicht eingeschnürt. — In stehenden Gewässern im Lager von *Batrachospermum*.

6. **Homoeothrix caespitosa** (Rabh.) Kirchn. — Fäden reichlich verzweigt, zu pinselförmigen, 2—3 mm hohen Büscheln vereinigt, an der Basis niederliegend, 9—18 μ breit. Scheiden dünn, eng, farblos, manchmal an der Basis gelb. Trichome in ein langes Haar ausgehend. Zellen an der Basis der Trichome $^1/_2$ mal so lang als breit, gegen die Spitze zu allmählich so breit wie lang oder länger als breit, 8 μ breit, lebhaft grün. — An Steinen in fließenden Gewässern.

7. **Homoeothrix crustacea** Woronich. — Lager braun, ± ausgebreitet, mit Kalk inkrustiert. Fäden dicht verschlungen, aufrecht, besonders im oberen Teil fast pinselförmig verzweigt, bis 400 μ lang. Zellen 3 μ breit, fast quadratisch oder wenig länger als breit, gegen die Spitze zu schmäler, eingeschnürt, blaß blaugrün. — An Steinen in schnellfließendem Wasser, Kaukasus.

Tapinothrix Sauv.

Trichome unverzweigt, am Ende verjüngt, aber nicht in ein gegliedertes, von Trichomzellen gebildetes Haar, sondern in ein Schleimhaar ausgehend. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien?

Die Aufrechterhaltung der Gattung ist fraglich. Das „Schleimhaar" ist wohl nichts anderes als das Ende der leeren, nach dem Austritt der Hormogonien verschleimenden Scheide. Die Gattung ist daher wahrscheinlich mit *Homoeothrix* zu vereinigen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden an der Basis 1,5 μ breit. **T. mucicola** 1.
II. Fäden an der Basis 4 μ breit. **T. Borneti** 2.

1. **Tapinothrix mucicola** Borge (Fig. 250). Fäden 50—100 μ lang, an der Basis 1,5 μ breit, verschieden gekrümmt, einzeln oder zu mehreren beisammen. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt. Scheide dünn. Zellen 3—4mal so lang als breit. — In der Gallerte von *Chaetophora elegans* in einer Quelle in Schweden.

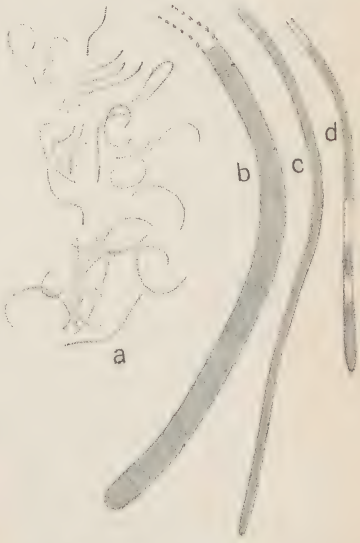
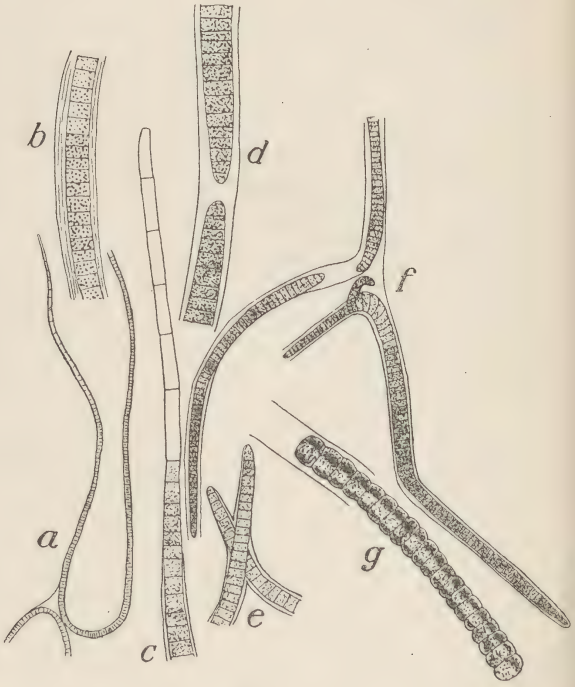


Fig. 250. *Tapinothrix mucicola*. *a* Lager, *b*—*d* einzelne Fäden (*a* 245×, *b* 1780×, *c*, *d* 810×, nach Borge).

2. **Tapinothrix Borneti** Sauv. (Fig. 251). — Lager krustenförmig, dünn, bräunlich-blaugrün. Fäden 150—300 μ lang, an der Basis 4 μ, weiter oben 1,5 μ breit. Trichome an den Querwänden eingeschnürt. Zellen kürzer oder wenig länger als breit. — An Steinen in einem Bach in Algier.

251



252

Fig. 251, 252. 251 *Tapinothrix Borneti* (520×, nach Sauvageau). 252 *Hammatoidea Normanni*. *a* Habitusbild eines Fadens (schwach vergrößert); *b* mittlerer Teil eines Fadens mit geschichteter Scheide; *c* Fadenende; *d* Zerfall eines Fadens im mittleren Teil; *e* die beiden Fadenenden wachsen aneinander vorbei; *f* Bildung von 4 neuen Fäden; *g* austretendes Hormogonium (nach Bachmann).

Hammatoidea W. et G. S. West

Trichome an beiden Enden verjüngt, in lange Haare ausgehend. Scheide fest. Heterocysten und Dauerzellen fehlen. Hormogonien bei einer Art beobachtet.

Die Gattung ist dadurch charakterisiert, daß die auch bei anderen *Rivulariaceen* in der Jugend vorhandene Differenzierung in an beiden Enden verjüngte Trichome dauernd erhalten bleibt.[1])

1) Nur selten tritt dies auch bei anderen *Riculariaceen* auf, so bei *Calothrix*-Arten.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden 5,5—12,5 μ breit. **H. Normanni** 1.
II. Fäden 10—16 μ breit, **H. simplex** 2.

1. **Hammatoidea Normanni** W. et G. S. West (Fig. 252). — Fäden gekrümmt, in der Mitte 5,5—12,5 μ breit. Scheide eng, farblos oder gelbbraun, im mittleren Teil der Fäden geschichtet. Trichome 3,5—5,5 μ breit, an den Querwänden schwach eingeschnürt. Zellen quadratisch oder kürzer als breit, gegen das Ende der Trichome zu zylindrisch, bis 6 mal so lang als breit. Hormogonien aus dem mittleren Teil der Trichome entstehend, mit tonnenförmigen Zellen, ziemlich lang. — In stehenden und fließenden Gewässern, auf *Batrachospermum* und *Rhizoclonium*, büschelige Lager bildend.

   Die Fäden umschlingen mit ihrem mittleren Teil Algenfäden, die Enden stehen ± parallel ab.

2. **Hammatoidea simplex** Woronich. — Fäden verschieden gekrümmt, bis 470 μ lang, 10—16 μ breit, an beiden Enden in lange, 1,5—3 μ breite Haare ausgehend. Zellen in der Mitte der Trichome 4,7 μ breit, fast quadratisch, leicht eingeschnürt. Scheiden farblos, geschichtet, mit Chlorzinkjod sich blaufärbend; äußerste Schichte der Scheide am Ende der Fäden zerfasert. — Im Lager von *Schizothrix lateritiae* var. *Hansgirgi* an Steinen in einem Fluß im Kaukasus.

   Die Art scheint *H. Normanni* sehr nahe zu stehen.

Dichothrix Zanard.

Trichome mit gehäuften Scheinverzweigungen; Scheinverzweigungen zu zwei bis vielen in einer Scheide. Fäden scheindichotom verzweigt, zu einem festsitzenden, büscheligen bis polsterförmigen Lager vereinigt. Heterocysten basal oder interkalar. Dauerzellen unbekannt.

Die Unterscheidung gegen *Rivularia* und *Calothrix* ist oft schwierig. Es kommt sowohl bei diesen beiden Gattungen vor, daß die Fäden fast dichotom verzweigt erscheinen und gehäufte Scheinverzweigungen auftreten, wie auch umgekehrt bei *D.*-Arten (so bei *D. gypsophila*) die gehäuften Verzweigungen und die Dichotomie der Fäden kaum erkennbar sein können.

Bei vielen Arten enthalten die Scheiden in den älteren Lagerteilen mehrere Trichome. Häufig befinden sich die Scheinverzweigungen mit dem Hauptfaden in einer gemeinsamen Scheide.

Die meisten Arten sind an hohe Sauerstoffspannung adaptiert und leben entweder in der Luft, in fließenden Gewässern, oft auch in der Wellenschlagszone von Seen und Teichen. *D. montana* und manchmal *D. compacta* leben in heißen Quellen, letztere noch bei einer Temperatur von 55° C.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Scheiden nicht geschichtet.
   1. Fäden 5—10 μ breit. **D. Baueriana** var. **minor** 2.

2. Fäden meist breiter als 10 μ.
   A. Fäden breiter als 15 μ.
      a) Zellen so lang wie breit oder länger. **D. montana** 1.
      b) Zellen so lang wie breit oder kürzer. **D. Baueriana** 2.
   B. Fäden 9—12,5 μ breit.
      a) Trichome 6—7,5 μ breit, Lager nicht verkalkt. **D. Orsiniana** 3.
      b) Trichome 10 μ breit, Lager verkalkt. **D. calcarea** 4.

II. Scheiden geschichtet.
1. Fäden kurz. **D. Meneghiniana** 5.
2. Fäden länger.
   A. Scheiden gegen das Ende zu erweitert.
      a) Lager dick, konzentrisch geschichtet. **D. compacta** var **calcarata** 7.
      b) Lager dünner, nicht konzentrisch geschichtet.
         α) Fäden 15—18 μ breit. **D. gypsophila** 6.
         β) Fäden 9—13,5 μ breit. **D. compacta** 7.
   B. Scheiden gegen das Ende zu verjüngt.
      a) Zellen kürzer oder wenig länger als breit.
         α) Fäden 9—12 μ breit. **D. fusca** 8.
         β) Fäden 12—16 μ breit. **D. spiralis** 9.
      b) Zellen 2—5 mal so lang als breit. **D. subdichotoma** 10.

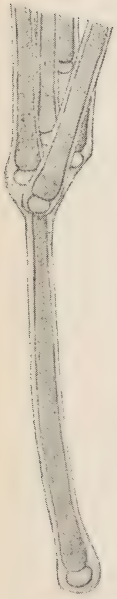


Fig. 253. *Dichothrix Baueriana*, Form mit an der Basis angeschwollenen Fäden (185×, nach Borge).

1. **Dichothrix montana** Tilden. — Lager ausgebreitet, blaugrün. Fäden 15—25 μ breit, mit farblosen Scheiden. Trichome 5—6 μ breit, in ein langes Haar ausgehend. Zellen meist an den Querwänden eingeschnürt, blaugrün, quadratisch oder länger als breit. Heterocysten halbkugelig. — In heißen Quellen.

2. **Dichothrix Baueriana** (Grun.) Born. et Flah. — Lager rasenförmig-büschelig, oft weit ausgebreitet, bis 1 cm hoch, grün oder braun. Fäden gebogen, 15—21 μ breit. Scheide eng, weich, farblos oder gelblich, nicht geschichtet. Trichome 5—7,5, seltener bis 9 μ breit, lebhaft blaugrün, allmählich in ein langes Haar ausgehend, an den Querwänden eingeschnürt. Zellen so lang wie breit oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit. Heterocysten fast kugelig oder halbkugelig. — Am Rand von Quellen und Seen an Steinen, Wasserpflanzen und Holz, auch an feuchten Felsen.

var. *minor* Hansg. — Fäden meist 5—10 μ breit, stark mit Kalk inkrustiert. — Am Ufer von Teichen.

Borge erwähnt eine Form mit an der Basis angeschwollenen Fäden (Fig. 253).

3. **Dichothrix Orsiniana** (Kütz.) Born. et Flah. — Lager büschelig-pinselförmig, schleimig, grünbraun, 2—3 mm hoch. Fäden vielfach gebogen, 10—12 μ breit, in ein langes Haar ausgehend, mit angepreßten Scheinverzweigungen. Scheide eng, ziemlich dick, gelb bis braun, weich, nicht geschichtet. Zellen 6—7,5 μ breit, olivengrün, kürzer als breit. Heterocysten fast kugelig. — In schnellfließendem Wasser (Katarakten u. dgl.) an Steinen; seltener auch in stehendem Wasser.

Häufig sind die inneren Schichten der Scheiden dunkler (braun), die äußeren heller (gelb) gefärbt.

4. **Dichothrix calcarea** Tilden. — Lager ganz mit Kalk inkrustiert, braun blaugrün. Fäden dicht gedrängt, 9-12,5 μ breit, aufrecht. Scheinverzweigungen den Fäden angepreßt. Scheiden dünn, farblos, nicht geschichtet. Trichome bis 10 μ breit, größtenteils an den Querwänden eingeschnürt, in eine Haarspitze ausgehend. Zellen so lang wie breit oder kürzer als breit. Heterocysten kugelig oder zusammengedrückt, gleich-

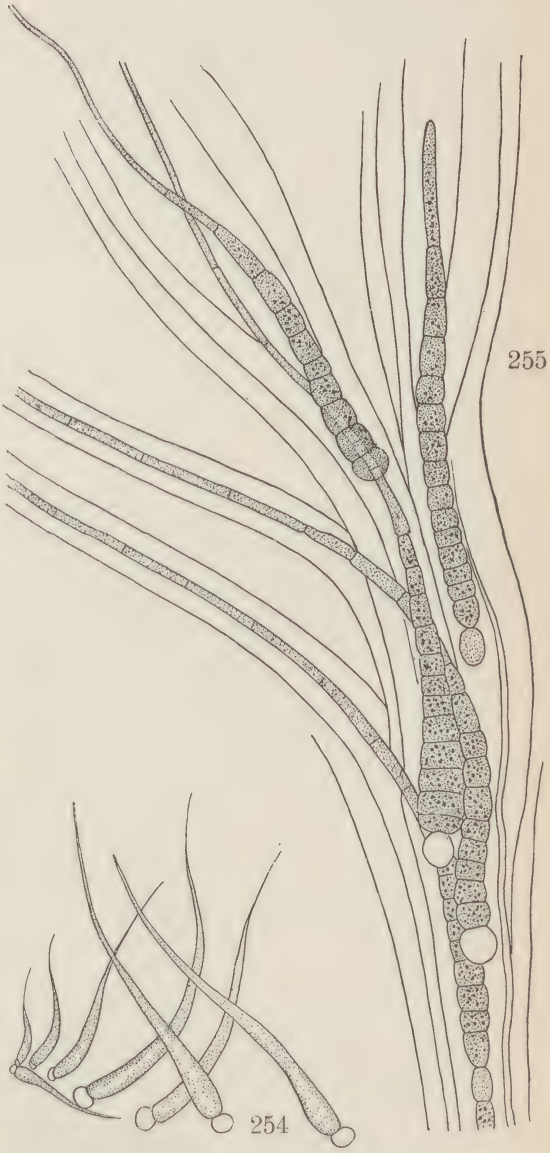


Fig. 254, 255. 254 *Dichothrix Meneghiniana* (nach Wolle). 255 *D. gypsophila* (nach Kirchner). Fig. 254 ist ungenau.

breit oder etwas schmäler als die Fäden. — Bildet Kalkinkrustationen auf Holztrögen.

5. **Dichothrix Meneghiniana** (Kütz.) Forti (Fig. 254). — Lager fleckenförmig, blaugrün. Fäden kurz, anfangs unverzweigt, später büschelig verzweigt, 13 μ breit. Zellen fast quadratisch, 6,5—7,5 μ breit, oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit. Scheiden deutlich geschichtet, an der Basis gelb oder braun, weiter oben farblos, am Ende zerfasert. Heterocysten meist einzeln, so breit wie die Trichome. — An Wasserpflanzen und Holz in stehendem Wasser; auch an feuchten Felsen.

6. **Dichothrix gypsophila** (Kütz.) Born. et Flah. (Fig. 255, 256). — Fäden zu einem ausgebreiteten Lager vereinigt, in kleinen Büscheln oft zwischen anderen Algen (*Schizothrix*), oft mit Kalk inkrustiert, bis 2 mm lang, 15—18 μ breit. Scheiden dick geschichtet, gelbbraun nach oben erweitert und zerschlitzt. Zellen 6—8 μ breit, tonnenförmig, ebenso lang wie breit oder etwas länger als breit, blaß olivengrün. Heterocysten fast kugelig, zusammengedrückt oder etwas länglich. — An feuchten Steinen und Felsen, am Ufer stehender Gewässer, auf feuchter Erde u. dgl.

   Oft sind die äußeren Schichten der Scheiden farblos und nur die inneren braun gefärbt.

7. **Dichothrix compacta** (Ag.) Born. et Flah. — Fäden zu einem büscheligen Lager vereinigt, dicht gedrängt, bis 1 mm lang, 9—13,5 μ breit. Scheinverzweigungen den Fäden angepreßt. Scheiden geschichtet, gelbbraun, nach oben erweitert und oft zerfasert. Zellen 4,2—6 μ breit, ebenso lang wie breit oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit, blaß olivenfarben. Heterocysten fast kugelig oder länglich. — In fließenden und stehenden Gewässern, an Steinen u. dgl. Auch in heißen Quellen.

8. **Dichothrix fusca** Fritsch (Fig. 257). — Fäden zu Büscheln vereinigt, bis 750 μ lang, an Steinen festgeheftet (?). Fäden und Scheinverzweigungen fast gerade, selten etwas gebogen, 9—12 μ breit; Scheinverzweigungen den Fäden angedrückt, gegen die Spitze zu divergierend. Scheiden dick, geschichtet, gegen die Spitze zu allmählich verjüngt, farblos oder ± gelb bis braun, bis 5 μ dick, an den Enden offen. Trichome 6—9 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, allmählich verjüngt, nicht in ein Haar ausgehend. Zellen so lang wie breit oder kürzer als breit. Heterocysten einzeln, seltener zu zwei, basal, halbkugelig, 9—12 μ breit. — An Steinen, Afrika.

   Die von Fritsch beobachteten Exemplare befanden sich vielleicht nach der Entleerung der Hormogonien und vor der Bildung neuer Haare. Die Scheiden sind daher, wie man aus Fig. 257 sieht, offen und die Trichome gehen nicht in Haare aus.

9. **Dichothrix spiralis** Fritsch (Fig. 258). — Fäden zu unregelmäßigen, bis 1500 μ langen Büscheln vereinigt, 12—16 μ breit. Fäden und Scheinverzweigungen ± gebogen, letztere an der Ursprungsstelle angedrückt. Scheiden dick, ± deutlich geschichtet, außen farblos und verschleimend, innen fest und braun oder schwarzbraun, gegen das Ende zu verjüngt, bis 6 μ

dick. Trichome oft zu 2—3 in einer Scheide, 5—7 μ breit, gerade oder spiralig gedreht, an den Querwänden eingeschnürt. Zellen so lang wie breit oder kürzer als breit. Heterocysten einzeln, basal, kegelförmig oder fast halbkugelig, 6—7 μ breit. — Auf *Crassula natans* in Afrika.

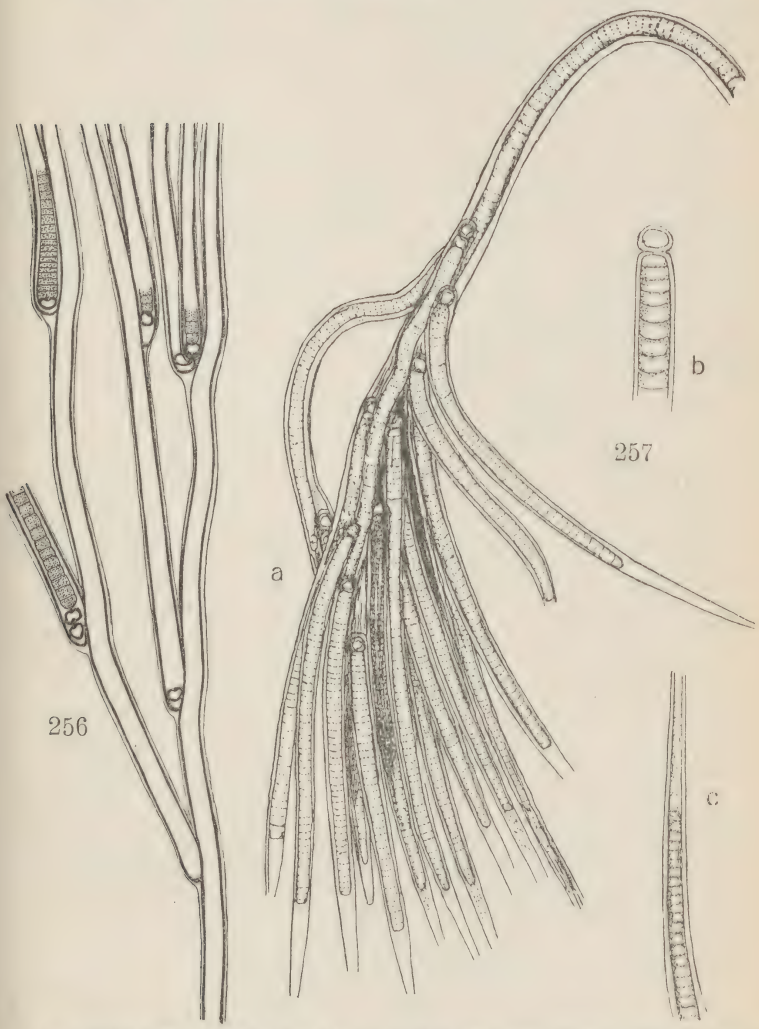


Fig. 256, 257. 256 *Dichothrix gypsophila* (Original). 257 *D. fusca* (*a* 195×, *b*, *c* 370×, nach Fritsch).

Die spiralige Drehung der Trichome innerhalb der Scheide beruht auf einer Stauchung und ist bei vielen Cyanophyceen verbreitet.

10. **Dichothrix subdichotoma** Woronich. — Fäden zu Büscheln vereinigt, deutlich subdichotom verzweigt, bis 400 μ lang,

10—16,5 μ breit. Scheiden geschichtet, am Ende zerfasert, blaß gelbbraun. Haar kurz, 0,5 μ breit. Zellen an der Basis 1,5 μ breit, zylindrisch, 2—5 mal so lang als breit. Heterocysten halbkugelig oder kugelig, 6,6 μ breit, 3 μ lang. — An Steinen in einem Fluß im Kaukasus.

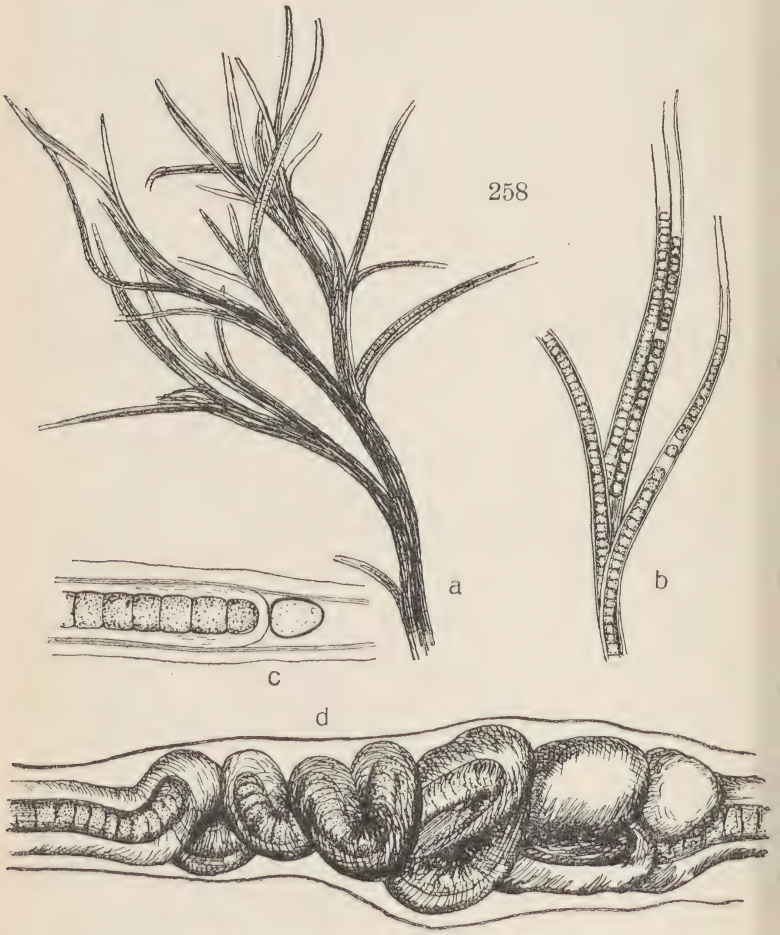


Fig. 258. *Dichothrix spiralis*. *a* Habitusbild, *b*—*d* Detailbilder (*a* 60×, *b* 330×, *c*, *d* 660×, nach Fritsch).

Calothrix Ag.

Trichome nicht oder nur wenig verzweigt. Fäden einzeln oder in kleinen Büscheln oder Polstern, ± parallel, meist aufrecht. Scheiden an der Basis der Fäden meist fest, seltener außen verschleimend. Heterocysten meist terminal (basal), selten interkalar. Dauerzellen an der Basis der Fäden, einzeln oder zu wenigen,

neben den Heterocysten, oder fehlend. Hormogonien meist zu vielen hintereinander.

Die Abgrenzung gegen *Rivularia* und *Gloeotrichia* ist oft wenig scharf und rein künstlich. Abweichende Lagerformen besitzen *C. membranacea* und *C. intricata*, deren Fäden zu einem hautartigen Thallus verflochten sind.

Die Arten leben unter den verschiedensten Bedingungen, sowohl an relativ trockenen Standorten wie in fließendem und stehendem Wasser. In der Wellenschlagszone von Seen lebt *C. parietina*. Viele Formen sind thermophil, so *C. thermalis*, *C. Castellii*, *C. parietina* var. *thermalis*, *C. calida*, *C. Kuntzei*. *C. calida* wächst noch bei einer Temperatur von 62,5° C.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Dauerzellen fehlen.

1. Fäden sehr kurz, sehr schwach am Ende verjüngt. **C. brevissima** 1.

2. Fäden länger oder am Ende deutlich verjüngt.

A. Scheiden dünn oder mäßig dick.

a) Fäden an der Basis zwiebelartig angeschwollen[1]).

α) Fäden einzeln oder gruppenweise.

* Scheiden geschichtet, manchmal zerschlitzt.

† Fäden 6—10—12 μ breit[2]). **C. fusca** 2.

†† Fäden 21—30 μ breit. **C. Ramenskii** 3.

** Scheiden nicht geschichtet, eng[3]).

† Trichome bis 3 μ breit. **C. minuscula** 4.

†† Trichome breiter.

╳ Trichome 5—5,5 μ breit. **C. clavata** 5.

╳╳ Trichome 6—7 μ breit. **C. stellaris** 6.

╳╳╳ Trichome 5—10 μ breit. **C. minima** 7.

β) Fäden zu einem Lager vereinigt.

* Fäden 8—13 μ breit.

† Scheiden deutlich.

╳ Scheiden dünn, nicht geschichtet.

≠ Trichome 6—7 breit. **C. Braunii** 8.

≠≠ Trichome 8—10 μ breit. **C. Castellii** 9.

╳╳ Scheiden dicker, meist geschichtet.

≠ Fäden 8—10 μ breit.

› Trichome 5—8 μ breit. **C. thermalis** 10.

›› Trichome 3—6 μ breit. **C. calida** 11.

≠≠ Fäden 10—11 μ breit. **C. Kuntzei** 12.

---

1) Manchmal zeigen die Anschwellung nur die Trichome.

2) Die Maße beziehen sich auf den oberhalb der zwiebelartigen Anschwellung befindlichen Teil.

3) Sind die Fäden nabelschnurartig umeinander gewunden, so vgl. *C. Elenkinii*, Nachträge.

†† Scheiden undeutlich, kaum sichtbar.
C. Goetzei 13.
** Fäden 4 μ breit. **C. Kawraiskyi** 14.
b) Fäden an der Basis nicht zwiebelartig angeschwollen, allmählich verjüngt.
α) Basaler Teil der Fäden sehr regelmäßig zylindrisch gestaltet. **C. cylindrica** 15.
β) Basaler Teil nicht regelmäßig zylindrisch.
* Fäden einzeln oder gruppenweise.
† Scheiden im Alter gefärbt.
X Zellen sehr kurz, scheibenförmig.
C. breviarticulata 16.
XX Zellen länger. **C. Antarctica** 17.
†† Scheiden farblos.
X Scheiden geschichtet.
≠ Fäden 18—24 μ breit.
C. adscendens 18.
≠≠ Fäden 12—15 μ breit.
C. Sandvicensis 31.
XX Scheiden nicht geschichtet.
≠ Zellen durchwegs länger als breit; Trichome in ein Haar ausgehend.
› Scheide deutlich. **C. Weberi** 19.
›› Scheide nicht sichtbar.
C. scytonemicola 20.
≠≠ Zellen zum Teil kürzer als breit; Trichome ohne Haar.
› Fäden einzeln in der Gallerte anderer Algen. **C. Marchica** 21.
›› Fäden nicht in der Gallerte anderer Algen.
! Fäden 10—12 μ breit, bis 150 μ lang. **C. aeruginosa** 22.
!! Fäden 5—7,5 μ breit, bis 350 μ lang. **C. epiphytica** 23.
** Fäden zu einem Lager vereinigt.
† Lager krustenförmig, Fäden aufrecht, ± parallel.
X Fäden 9—18 μ breit. **C. parietina** 24.
XX Fäden 8—10 μ breit. **C. calida** 11.
†† Lager hautartig, Fäden dicht verschlungen.
X Zellen an den Querwänden eingeschnürt.
C. membranacea 25.
XX Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt. **C. intricata** 26.
B. Scheiden sehr dick, gallertig. **C. floccosa** 27.

II. Dauerzellen vorhanden.

1. Scheiden dünn oder mäßig dick.
A. Zellen 6—9 μ breit.
a) Dauerzellen 26—40 μ lang. **C. stagnalis** 28.
b) Dauerzellen 12—14,5 μ lang. **C. Columbiana** 29.

B. Zellen schmäler, bis 6 μ breit.
a) Trichome in ein Haar ausgehend.
α) Dauerzellen 4 μ breit. **C. Javanica** 30.
β) Dauerzellen 8 μ breit. **C. Sandvicensis** 31.
b) Trichome ohne Haar. **C. gracilis** 32.
2. Scheiden sehr dick, gallertig. **C. Wembaerensis** 33.

1. **Calothrix brevissima** G. S. West (Fig. 259). — Fäden epiphytisch, zu mehreren beisammen, sehr kurz, 53—94 μ lang, 5—7 μ breit, nicht oder sehr wenig verjüngt. Scheiden fest, eng, dünn, fast zylindrisch, farblos. Trichome sehr kurz, 30 bis 62 μ lang, kaum verjüngt, mit abgerundeter Endzelle, olivengrün. Zellen an der Basis fast so lang wie breit oder kürzer, 3,8—5 μ breit, weiter oben $^1/_2$mal so lang als breit. Heterocysten basal, einzeln, seltener zu zweien, abgerundet, halbkugelig oder fast kugelig. — Epiphytisch auf alten Pflanzenstengeln im Victoria-Nyanza-See, Afrika.

Die Art unterscheidet sich von allen anderen *C.*-Arten durch die kaum verjüngten Fäden.

2. **Calothrix fusca** (Kütz.) Born. et Flah. [Fig. 260[1])]. — Fäden einzeln, seltener gruppenweise, unverzweigt oder spärlich verzweigt, gerade oder gekrümmt, 10—12 μ breit, an der Basis zwiebelartig angeschwollen und 15 μ breit. Trichome in ein dünnes Haar ausgehend. Scheiden geschichtet, zerfasert, farblos. Zellen 7—8 μ breit, kürzer als breit, oft scheibenförmig, blaugrün oder schmutziggrün. Basale Heterocysten halbkugelig, schmäler als die basalen Trichomzellen. — In der Gallerte verschiedener Algen (*Tetraspora*, *Chaetophora*, *Gloeotrichia*, *Nostoc*, *Batrachospermum* u. a.).

var. *minor* Wille. — Trichome 6 μ breit, an der Basis 12 μ breit. — Im Schleim von *Nostoc commune*, Pamir.

3. **Calothrix Ramenskii** Elenk. — Fäden einzeln oder in Büscheln, epiphytisch auf *Cladophora* und *Nostoc*, aufrecht, schwach gekrümmt, 21—30 (meist 24—28) μ breit, an der Basis zwiebelartig angeschwollen und 24—35 (—50) μ breit. Scheiden geschichtet, fest, farblos oder an der Basis gelblich. Trichome 8,8—10,5 μ breit, in ein Haar ausgezogen, an der Basis 17—24 μ breit. Zellen kürzer als breit, lebhaft blaugrün. Heterocysten basal, 17—28 μ breit, oft bohnenförmig, in alten Fäden manchmal interkalar. — Epiphytisch auf *Cladophora* und *Nostoc* in einem See in Rußland.

4. **Calothrix minuscula** Weber van Bosse. — Fäden zu mehreren beisammen, sternförmig angeordnet, mit Kalk inkrustiert, gekrümmt, 9 μ breit, an der Basis zwiebelartig angeschwollen, nach der Spitze zu allmählich verjüngt. Trichome an der Basis 3,6—4,5 μ, in der Mitte 1,8—3 μ breit. Zellen meist quadratisch oder kürzer als breit. Scheiden farblos. — Auf Fadenalgen in einem See auf Celebes.

---

1) Die Figur gibt kein typisches Bild der Art und zeigt weder die zerfaserten Scheiden, noch die zwiebelartige basale Anschwellung, noch die kurzen, scheibenförmigen Zellen.

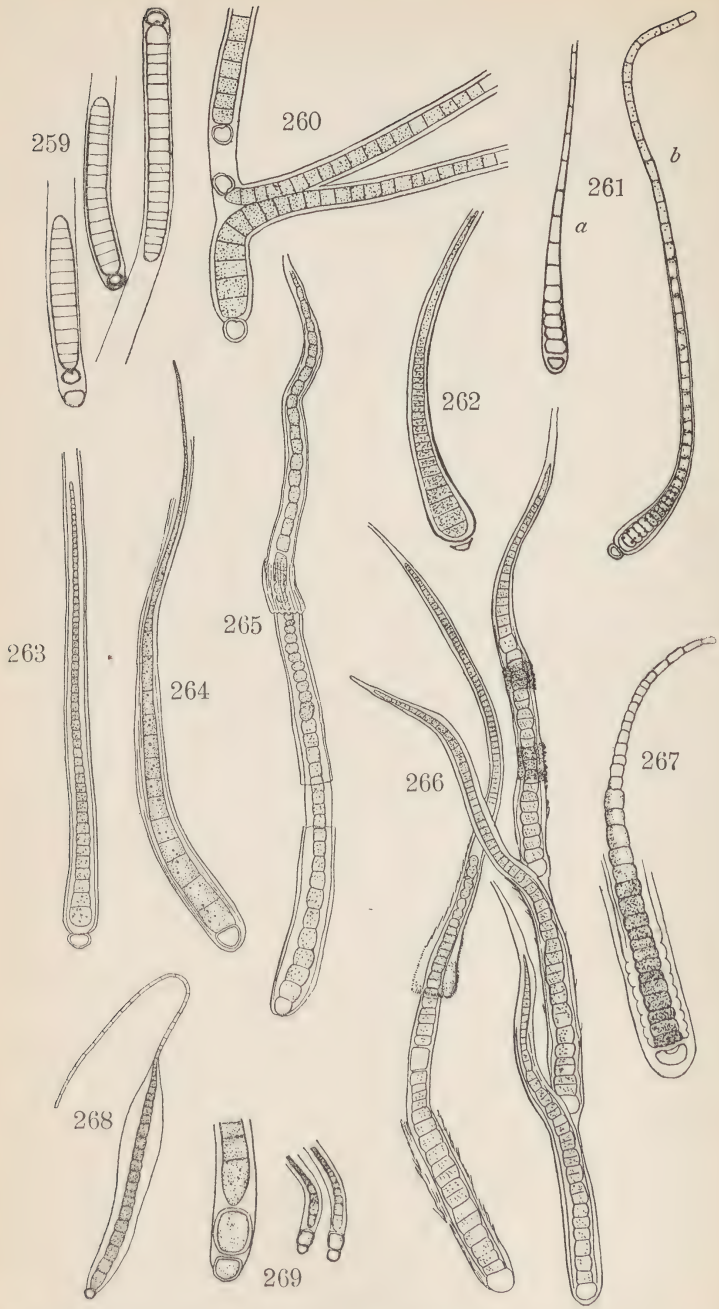


Fig. 259—269. 259 *Calothrix brevissima* (500×, nach West). 260 *C. fusca* (nach Teodoresco). 261 *C. clavata* (*a* 500×, nach West; *b* 500×, nach Boye P.). 262 *C. minima* (500×, nach Frémy). 263 *C. Braunii* (nach Lemmermann). 264 *C. thermalis* (nach Tilden).

5. **Calothrix clavata** (G. S. West) (Fig. 261). — Fäden einzeln oder zu wenigen beisammen, bis 100 μ lang, fast gerade oder leicht gekrümmt, an der Basis zwiebelartig angeschwollen und 7 μ breit. Scheiden eng, sehr dünn, farblos. Zellen an der Basis scheibenförmig, 5—5,5 μ breit, in der Mitte 2—3 mal so lang als breit, 2,5 μ breit, an den Querwänden leicht eingeschnürt. Heterocysten basal, einzeln, halbkugelig. — In stehendem und fließendem Wasser in den Anden und auf Island.

6. **Calothrix stellaris** Born. et Flah. — Fäden einzeln oder gruppenweise, oft strahlenförmig angeordnet, gekrümmt, 10 bis 12 μ breit, am Grund zwiebelartig angeschwollen und 15—21 μ breit, in ein dünnes Haar endigend. Scheiden dünn, eng, farblos. Zellen 6—7 μ breit, an den Querwänden ± deutlich, meist sehr schwach eingeschnürt, $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, blaugrün. Heterocysten basal, halbkugelig, einzeln oder zu 2—3, breiter als die Zellen. — In stehenden Gewässern auf Algen und Wasserpflanzen.

7. **Calothrix minima** Frémy (Fig. 262). — Fäden zu vielen, an der Basis dicht gedrängt, bis 100 μ lang, basal leicht zwiebelartig verdickt und 10 μ breit, in der Mitte 5 μ, weiter oben 2 μ breit. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, blaß blaugrün, an der Basis 8 μ, in der Mitte 4 μ, weiter oben 1 μ breit, $^1/_2$ mal so lang als breit. Scheiden dünn, glatt, farblos. Heterocysten basal, einzeln. — Epiphytisch auf Blaualgen an Felsen.

8. **Calothrix Braunii** Born. et Flah. (Fig. 263). — Fäden gerade, parallel, 9—10 μ breit, an der Basis schwach zwiebelartig verdickt, zu einem blaugrünen oder bräunlichen Lager vereinigt. Scheiden dünn, eng, farblos. Zellen 6—7 μ breit, an den Querwänden eingeschnürt, etwas kürzer als breit. Heterocysten basal, halbkugelig. — Auf Steinen, Wasserpflanzen, Muschelschalen u. dgl. in stehenden Gewässern.

9. **Calothrix Castellii** (Massal.) Born. et Flah. — Fäden gekrümmt, aufrecht, dicht gedrängt, 12—13 μ breit, an der Basis zwiebelartig angeschwollen und liegend, 4—8 mm lang, zu einem schwammig-polsterförmigen, weit ausgebreiteten, schmutzig blaugrünen Lager vereinigt. Scheiden dünn, eng, farblos oder gelb. Trichome 8—10 μ breit, in ein sehr langes Haar ausgezogen. Zellen $^1/_2$—$^1/_4$ mal so lang als breit. Heterocysten einzeln, basal. — In Seen, auf Holz in Thermen.

10. **Calothrix thermalis** (Schwabe) Hansg. (Fig. 264). — Fäden gekrümmt, miteinander verschlungen, dicht gedrängt, 8—10 μ breit, bis 3 mm lang, an der Basis schwach zwiebelartig verdickt, zu einem filzigen, etwas schlüpfrigen, blau oder olivengrünen, weit ausgebreiteten Lager vereinigt. Scheiden farblos oder gelblich, ziemlich dick, aber nicht geschichtet. Zellen 5—8 μ breit, $^1/_3$—1 mal so lang als breit, seltener länger, blau-

265 *C. calida* (nach Richter). 266 *C. Kuntzei* (nach Richter). 267 *C. cylindrica* (350×, nach Frémy). 268 *C. adscendens* (nach Teodoresco). 269 *C. Sandvicensis* (nach Schmidle).

grün. Heterocysten basal, selten auch interkalar, ellipsoidisch oder fast kugelig. — In Thermen.

11. **Calothrix calida** Richt. (Fig. 265). — Fäden gekrümmt, verflochten, 8—10 μ breit, zu einem schwammig-krustigen, flach ausgebreiteten, bis 6 mm dicken Lager vereinigt. Scheiden eng, gelbbraun, aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehend. Trichome 3—6 μ breit, in ein langes Haar ausgehend. Zellen tonnenförmig, blaß blaugrün, so lang wie breit oder bis 3 mal so lang als breit. Heterocysten basal und interkalar. — In Geisern im Yellowstone-Park bei 62,5° C.

Die Art steht der folgenden sehr nahe.

12. **Calothrix Kuntzei** Richt. (Fig. 266). — Fäden in Büscheln, ± parallel, 10—11 μ breit, zu einem flachen, polsterförmigen, außen blaugrünen, innen farblosen, bis 5 mm hohen Lager vereinigt. Scheiden eng, dick, farblos oder gelb, aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehend. Trichome besonders in der Jugend an der Basis angeschwollen. Zellen tonnenförmig, kürzer oder länger als breit, blaugrün. Heterocysten basal und interkalar, manchmal in Reihen, so lang wie breit oder bis 7 mal so lang als breit. — In Geisern im Yellowstone-Park.

Steht der vorhergehenden Art sehr nahe.

13. **Calothrix Goetzei** Schmidle. — Fäden dicht gedrängt, fast parallel, nicht verzweigt, zu einem polsterförmigen, ausgebreiteten, zonenweise mit Kalk inkrustierten Lager vereinigt. Scheiden dünn, kaum sichtbar. Trichome an der Basis meist 8 μ, seltener 5—9 μ breit, plötzlich verjüngt und 4—5 μ breit, umgebogen, in ein langes Haar ausgehend. Zellen blaugrün, tonnenförmig, $^1/_2$—3 mal so lang als breit. Heterocysten interkalar, 2—3 mal so lang als breit. — In einer Quelle in Afrika.

14. **Calothrix Kawraiskyi** Schmidle. — Fäden meist gerade, unverzweigt, ca. 4 μ breit, an der Basis zwiebelartig verdickt, zu $^1/_2$—$^2/_3$ mm hohen, dichten Rasen vereinigt. Scheiden dünn, eng, farblos, schwer sichtbar. Trichome in ein sehr langes Haar ausgehend. Zellen rechteckig, etwas länger als breit oder bis fast $^1/_2$ mal so lang als breit, blaugrün. Hormogonien einzeln. Heterocysten basal, halbkugelig oder länglich. — An toten Gegenständen in einem See im Kaukasus.

15. **Calothrix cylindrica** Frémy (Fig. 267). — Lager schleimig, dunkel-blaugrün, durchscheinend, dünn, unregelmäßig ausgebreitet. Fäden unregelmäßig gelagert, gerade, 14—18 μ breit, an der Basis regelmäßig zylindrisch. Scheiden schleimig, mit Chlorzinkjod sich blau färbend, zweischichtig, mit äußerer dünner, glatter, farbloser und innerer, den Zellen folgender, im Alter gelber Schichte. Trichome grau-blaugrün, in ein ziemlich dickes, kurzes, gebogenes Haar ausgehend. Zellen tonnenförmig, 10—12 μ breit, 4—6 μ lang. Heterocysten basal, nie interkalar, halbkugelig oder eingedrückt. — An Felsen in Zentralafrika.

16. **Calothrix breviarticulata** W. et G. S. West. — Fäden einzeln oder zu mehreren beisammen, an der Basis 15—16 μ, in der Mitte 11,5—12,5 μ breit, bis 380 μ lang, allmählich

gegen die Spitze zu verjüngt. Scheiden dick, geschichtet, schwärzlich-braun. Trichome an der Basis 8,5 μ, in der Mitte 5,5—7,6 μ breit. Zellen sehr kurz, scheibenförmig, $^1/_4$—$^1/_5$ mal so lang als breit, blaß blaugrün. Heterocysten basal, einzeln, halbkugelig. — In fließenden Gewässern auf Algen und Wasserpflanzen in Afrika.

17. **Calothrix Antarctica** Fritsch (Fig. 270). — Fäden einzeln oder zu wenigen beisammen, gekrümmt, an der Basis 10—15 μ breit, bis 300 μ lang. Scheiden dick, gelb, undeutlich geschichtet, meist 2 μ dick. Trichome allmählich verjüngt[1]), nicht in ein Haar ausgehend, zuweilen verzweigt, an den Querwänden kaum eingeschnürt; Querwände undeutlich granuliert. Zellen an der Basis der Trichome etwas breiter als lang, 6—8 μ breit, weiter oben länger als breit, in der Mitte 5—6 μ breit. Heterocysten einzeln, selten zu zweien, meist nicht in der Scheide eingeschlossen, ellipsoidisch oder flachgedrückt, 10 μ groß. — Im Lager von *Phormidium fragile* in stehendem Wasser, Antarktis.

18. **Calothrix adscendens** (Näg.) Born. et Flah. (Fig. 268). — Fäden einzeln oder gruppenweise, 1 mm lang, 18—24 μ breit, allmählich verjüngt. Scheiden dick, geschichtet, farblos, oft zerschlitzt. Trichome in der Mitte 12 μ breit. Zellen so lang wie breit oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit. Heterocysten einzeln, basal. — In stehenden Gewässern auf Fadenalgen und Wassermoosen.

19. **Calothrix Weberi** Schmidle. — Fäden einzeln, freischwimmend oder festsitzend, unverzweigt, ca. 8 μ breit, vielfach gekrümmt, oft spiralig gewunden, an der Basis wenig verjüngt, dann plötzlich verschmälert und in ein langes, 2—2,5 μ breites Haar ausgehend. Scheiden dünn, eng, farblos. Zellen zylindrisch, blaugrün, wenig länger als breit. Heterocysten basal. — Zwischen Torfmoosen, festsitzend oder freischwimmend.

20. **Calothrix scytonemicola** Tilden (Fig. 271). — Fäden 7 bis 8 μ breit, einzeln oder gruppenweise, mit dem basalen Teil seitlich angeheftet, das Ende frei und in ein Haar ausgehend. Scheiden unsichtbar. Heterocysten basal, meist zu zweien, 8 μ breit. — In Sümpfen an *Scytonema crispum*.

21. **Calothrix Marchica** Lemm. (Fig. 275). — Fäden gerade oder leicht gekrümmt, immer einzeln, an der Basis 5—6 μ breit, mit enger, dünner, farbloser Scheide. Scheide mit Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome blaugrün, gegen das Ende zu allmählich verjüngt, nicht in ein Haar ausgehend, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, an der Basis 4—5,5 μ breit. Zellen fast so lang wie breit oder $^1/_2$—$^1/_4$ mal so lang als breit. Endzelle kegelig, etwas zugespitzt. Heterocysten einzeln, basal, fast kugelig oder halbkugelig, 4—5,5 μ breit. — Im Schleim von *Nostoc Linckia*.

22. **Calothrix aeruginosa** Woronich. — Fäden zu 2—3 beisammen, an der Basis miteinander verwachsen, 150 μ lang, 10—12 μ

---

1) Wie aus der Abbildung hervorgeht, scheinen auch leichte Anschwellungen an der Basis vorzukommen.

breit, nicht in ein Haar ausgehend. Zellen lebhaft blaugrün, an der Basis 8,5 μ breit, $^1/_2$ mal so lang als breit, an den Querwänden eingeschnürt. Endzelle abgerundet kegelförmig. Heterocysten kugelig, 8—9 μ breit. Scheiden nicht geschichtet, farblos. — In einem Sumpf im Kaukasus.

23. **Calothrix epiphytica** W. et G. S. West. — Fäden einzeln oder gruppenweise, bis 350 μ lang, an der Basis 5—7,5 μ breit, gegen die Spitze zu allmählich verjüngt. Scheiden ziemlich dick, farblos. Zellen an der Basis der Fäden 3,5—4 μ breit, etwas kürzer als breit, weiter oben länger als breit. Heterocysten basal, einzeln, klein. — In stehenden Gewässern auf *Oedogonium*, *Tolypothrix;* auch in Thermen.

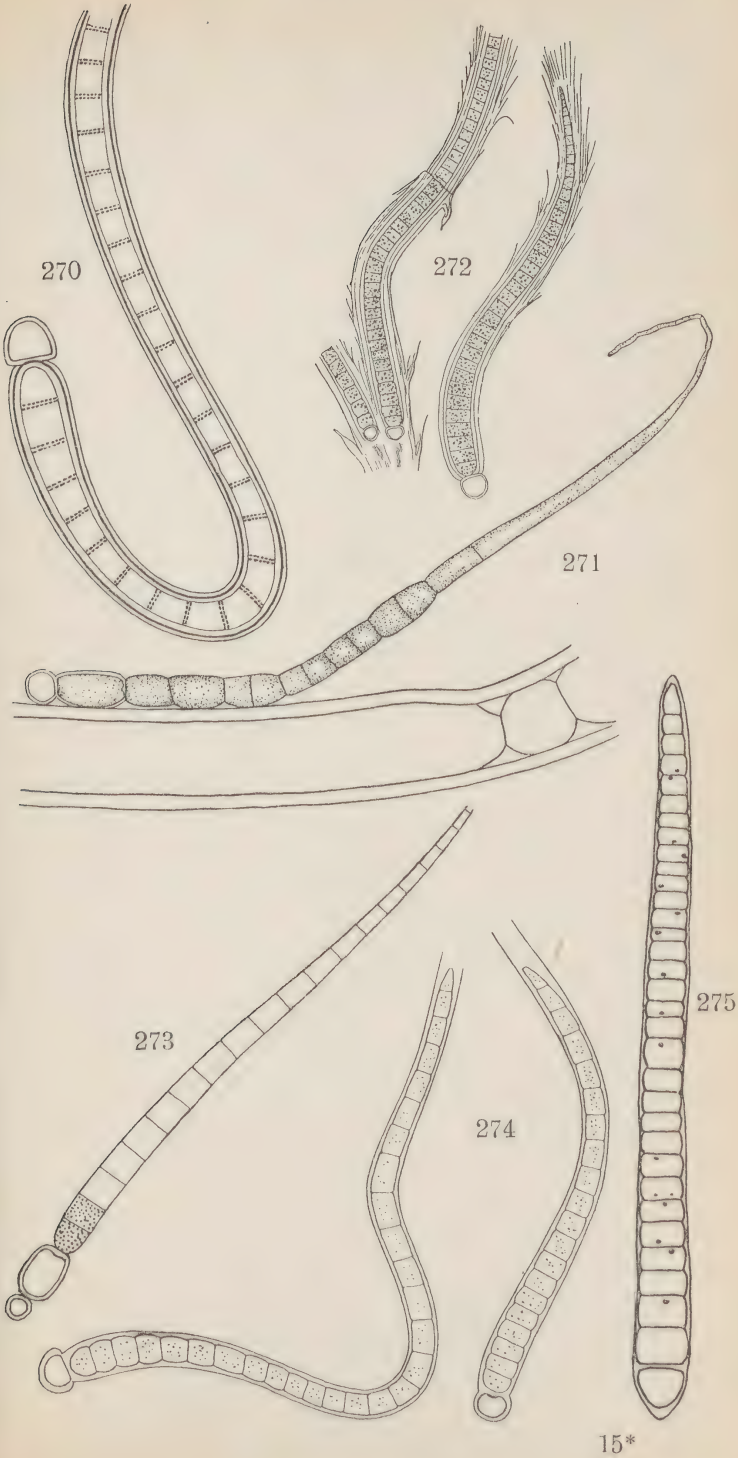
24. **Calothrix parietina** (Näg.) Thur. (Fig. 272). — Lager krustenförmig, seltener haut- oder scheibenförmig, dünn, braun bis fast schwarz, oft weit ausgebreitet, manchmal nur kleine Flecken bildend, ± mit Kalk inkrustiert. Fäden oft verzweigt, dicht gedrängt, aufrecht oder seltener liegend, 10—12 μ dick. Scheiden eng, meist dick, häufig geschichtet und zerfasert, gelbbraun, oft brüchig. Zellen 5—10 μ breit, meist 1—3 mal so lang als breit, seltener kürzer als breit, blaugrün. Trichome in ein Haar ausgehend. Heterocysten basal oder auch interkalar, halbkugelig, breiter als die Trichomzellen. Hormogonien ca. 3 mal so lang als breit, zu wenigen hintereinander gebildet. — In stehenden Gewässern an Steinen, häufig in der Wellenschlagszone, auf feuchter Erde, Felsen u. dgl.; auch in salzhaltigen Gewässern und auf salzhaltigem Boden.

var. *thermalis* G. S. West. — Scheiden mäßig dick, kaum geschichtet, gelblich. Zellen 6,7—11,5 μ breit, meist so lang wie breit oder manchmal 2 mal so lang als breit. — In Thermen, auch in heißen Schwefelquellen.

25. **Calothrix membranacea** Schmidle. — Fäden horizontal, vielfach gebogen, dicht verflochten, zu einem häutigen, dünnen, blaugrünen Lager vereinigt, selten verzweigt, gegen die Spitze zu sehr allmählich verjüngt. Trichome nur selten in ein Haar ausgehend. Scheiden dünn, farblos. Zellen tonnenförmig, meist $^1/_2$ mal so lang als breit. Heterocysten basal oder interkalar. Hormogonien kurz, wenigzellig, zu mehreren hintereinander gebildet. — In einem Bach in Kamerun.

26. **Calothrix intricata** Fritsch (Fig. 276). — Fäden zu einem kleinen, hautartigen Lager vereinigt, gekrümmt, dicht verflochten, bis 300 μ lang, an der Basis 8—9 μ breit. Scheiden dünn, deutlich, farblos, 0,8 μ dick, an der Basis manchmal aufgetrieben. Trichome allmählich gegen die Spitze zu verjüngt, nicht verzweigt, nicht in ein Haar ausgehend, an den Querwänden kaum eingeschnürt, an der Basis 5—6 μ, in der Mitte 4—5 μ breit. Zellen an der Basis der Trichome so lang wie breit oder etwas kürzer als breit, weiter oben bis 2 mal

Fig. 270—275. 270 *Calothrix Antarctica* (550×, nach Fritsch). 271 *C. scytonemicola* (nach Tilden). 272 *C. parietina* (nach West). 273 *C. Columbiana* (500×, nach West). 274 *C. gracilis* (700×, nach Fritsch). 275 *C. Marchica* (nach Lemmermann).


270
272
271
273
274
275

so lang als breit. Heterocysten basal, einzeln oder zu mehreren, meist in der Scheide eingeschlossen, ± halbkugelig oder flachgedrückt, 5—6 μ groß. — Auf Lagern von *Phormidium* in stehendem Wasser, Antarktis.

Fig. 276. *Calothrix intricata* (*a* 400×, *b* 800×, *c* 500×, nach Fritsch).

27. **Calothrix floccosa** (Woronich.) Geitler (=*Rivulariopsis floccosa* Woronich.). — Lager flockig, mit anderen Algen vermischt. Fäden verzweigt, bei Druck leicht auseinanderweichend, bis 400 μ lang, 8—12,6 μ breit. Scheiden geschichtet, dick, außen verschleimend, mit Chlorzinkjod sich nicht blau färbend, farblos oder an der Basis gelbbraun, 9—12 μ dick. Trichome 4,7 bis 9 μ breit, in ein 1,6 μ breites Haar ausgehend. Zellen an der Basis kürzer als breit, am Ende länger als breit. Heterocysten basal, oft halbkugelig und 4,7 bis 8 μ breit, oder länglich und 4,7 μ breit, 12—6 μ lang, häufig zu zweien. — An untergetauchten Stengeln von *Potentilla palustris* in einem torfigen See im Kaukasus.

28. **Calothrix stagnalis** Gom. (Fig. 277). — Fäden in sternförmigen Gruppen, bis 1 mm lang, in der Mitte 8—10 μ breit, allmählich verjüngt. Trichome in ein langes Haar ausgehend. Scheiden dünn, eng, farblos. Zellen 6—9 μ breit, fast quadratisch oder länger als breit, 6—10 μ lang. Heterocysten basal, meist zu zweien, kugelig oder etwas eckig. Dauerzellen schwach kegelförmig, ± zylindrisch, mit abgerundeten Ecken, gelblich, 26—40 μ lang, 10—11 μ breit, meist einzeln, seltener zu zweien und dann durch eine Heterocyste voneinander getrennt. — An Algen in stehenden Gewässern.

29. **Calothrix Columbiana** G. S. West (Fig. 273). — Fäden gruppenweise, bis 350 μ lang, fast gerade oder leicht gekrümmt, allmählich verjüngt. Scheide eng, farblos, etwas schleimig, nicht geschichtet. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, an der Basis fast quadratisch oder etwas länger als breit, 6—8 μ breit, gegen die Spitze zu 4—5 μ breit und bis 3 mal so lang als breit. Heterocysten basal, einzeln, fast kugelig, 6 μ breit. Dauerzellen einzeln, ellipsoidisch, am oberen Ende abgeplattet, mit glatter, farbloser Außenschicht, 10 μ breit, 12—14,5 μ lang. — In stehendem Wasser an Wasserpflanzen in den Ost-Anden in 2066 m Höhe.

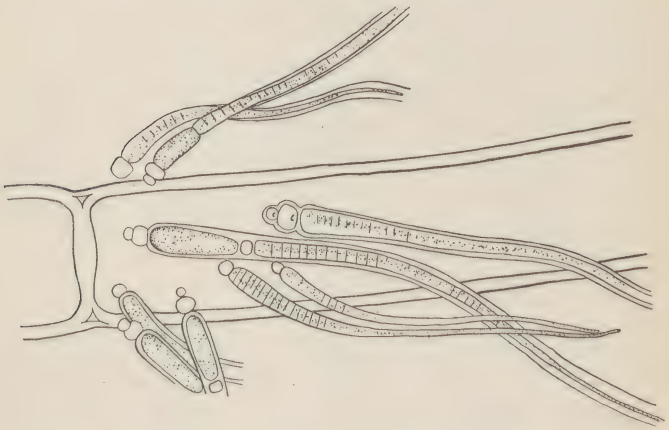


Fig. 277. *Calothrix stagnalis* (nach Lemmermann).

30. **Calothrix Javanica** de Wild. — Fäden einzeln im Schleim anderer Algen, mit schwer sichtbarer, farbloser, nicht geschichteter Scheide, allmählich gegen die Spitze zu verjüngt, an der Basis kaum angeschwollen. Trichome 4—6 μ breit, in ein dünnes Haar ausgehend. Heterocysten basal, 4,5—5 μ breit. Dauerzellen einzeln oder zu zweien, 4 μ breit, 6 bis 10 μ lang. — In der Gallerte von *Chaetophora* in Buitenzorg.

31. **Calothrix Sandvicensis** (Nordst.) Schmidle (Fig. 269). — Fäden an der Basis nicht zwiebelartig verdickt, bis 15 μ breit, einzeln oder gruppenweise, gerade oder leicht gebogen. Trichome in ein langes Haar ausgehend. Scheiden dick, geschichtet, farblos. Zellen 3—5,5 μ breit, meist $^1/_3$—$^1/_4$ mal so lang als breit. Heterocysten basal, so breit wie die Trichomzellen oder etwas breiter. Dauerzellen 8 μ breit, 8—10 μ lang, abgerundet-rechteckig. — An Algen in stehendem Wasser auf Hawaii.

32. **Calothrix gracilis** Fritsch (Fig. 274). — Fäden gerade oder leicht gekrümmt, einzeln oder zu wenigen beisammen, an der Basis 6 μ breit, manchmal etwas angeschwollen und dann 9 bis 10 μ breit, bis 400 μ lang, selten verzweigt. Scheiden sehr dünn, farblos, eng, an der Basis manchmal etwas aufgetrieben. Trichome nicht in ein Haar ausgehend, mit spitziger Endzelle,

an der Basis 5 (angeschwollene Trichome 8—9) μ breit, in der Mitte 3 μ breit. Zellen an der Basis kürzer als breit, an den Querwänden eingeschnürt, weiter oben bis $1^1/_2$ mal so lang als breit und kaum eingeschnürt. Heterocysten basal, in längeren Fäden manchmal auch interkalar, meist einzeln, in der Scheide eingeschlossen, 5,5 μ groß. Reife (?) Dauerzellen zu zweien (?), zylindrisch, 5 μ breit, 8—9 μ lang, mit glatter Außenschicht. — Auf *Phormidium*-Lagern in stehendem Wasser, Antarktis.

f. *flexuosa* Fritsch. — Fäden meist stark gekrümmt, gehäuft, an der Basis 6—7 μ, in der Mitte 4—5 μ breit. Trichome an der Basis 5—6 μ, in der Mitte 3—3,5 μ breit. Heterocysten 5—6 μ breit, unreife Dauerzellen 6 μ breit, 9 μ lang. — An Wasserpflanzen und Algen in Afrika.

33. **Calothrix Wembaerensis** Hieron. et Schmidle. — Fäden verzweigt, zu büscheligen Lagern vereinigt, ca. 30 μ breit, bis 1 mm lang. Scheiden dick, farblos, gallertig. Zellen an der Basis der Fäden ca. 8 μ breit, tonnenförmig, so lang wie breit oder länger als breit, oft auch $^1/_2$ mal so lang als breit. Dauerzellen zu 1—4, zylindrisch, mit abgerundeten Ecken, durch Heterocysten voneinander getrennt. Basal meist zwei Heterocysten. — In stehenden Gewässern Afrikas.

Gloeotrichia Ag.

Fäden radial oder ± parallel gestellt, zu kugeligen oder halbkugeligen Gallertlagern vereinigt, häufig scheinverzweigt. Scheiden an der Basis der Fäden fest und nur außen verschleimend, weiter oben meist ganz verschleimend. Heterocysten basal oder auch interkalar, häufig an der Basis der Scheinverzweigungen. Trichome oft mit deutlichem trichothallischen Wachstum. Dauerzellen an der Basis der Trichome, einzeln oder zu wenigen, neben den basalen Heterocysten. Hormogonien einzeln oder zu mehreren.

Der Unterschied gegen *Rivularia* liegt in dem Besitz von Dauerzellen.

Die Arten leben meist in stehenden Gewässern und sitzen in der Regel fest, manche lösen sich später los. *Gl. echinulata* ist eine typische Planktonform.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Lager hart, Fäden durch Druck schwer voneinander zu trennen. **Gl. Pisum** 1.

II. Lager weich, Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen.

1. Zellen ohne Pseudovakuolen.

A. Lager nur aus sehr wenigen Fäden bestehend.

a) Dauerzellen oval, Trichom allmählich in ein Haar ausgehend. **Gl. le Testui** 2.

b) Dauerzellen fast zylindrisch, Trichom plötzlich in ein Haar ausgehend. **Gl. Pilgeri** 12.

B. Lager aus vielen Fäden bestehend.

a) Fäden aus dem Lager nicht hervorragend.

α) Dauerzellen mit glatter Außenschicht.

* Nicht das Haar bildende Zellen mehr als 2—4.
† Scheide ± eng, an der Basis nicht sackartig erweitert.
X Trichome in kurze Haarspitzen auslaufend.
Gl. Rabenhorstii 3.
XX Trichome in lange Haarspitzen auslaufend.
≠ Zellen 4,5—5,5 μ breit.
Gl. longiarticulata 4.
≠≠ Zellen 5,5—8 μ breit.
› Dauerzellen 55—135 μ lang.
Gl. intermedia 5.
›› Dauerzellen bis 55 μ lang.
Gl. Raciborskii 6.
†† Scheide an der Basis sackartig erweitert.
X Trichome in kurze Haarspitzen auslaufend.
Gl. salina 7.
XX Trichome in lange Haarspitzen auslaufend.
Gl. natans 8.
** Nicht das Haar bildende Zellen 2—4.
Gl. Indica 9.
β) Dauerzellen mit punktierter oder granulierter Außenschicht. **Gl. punctulata** 10.
b) Fäden aus dem Lager hervorragend.
α) Scheiden nicht geschichtet. **Gl. longicauda** 11.
β) Scheiden geschichtet. **Gl. Pilgeri** 12.
2. Zellen mit Pseudovakuolen. **Gl. echinulata** 13.

1. **Gloeotrichia Pisum** (Ag.) Thur. (Fig. 278, 34). — Lager kugelig, meist klein, 1—2 mm, manchmal bis 10 mm groß, schwärzlich grün bis dunkelbraun, selten blaugrün; Fäden dicht gedrängt, durch Druck schwer voneinander zu trennen. Scheiden eng, farblos. Trichome 4—7 μ breit, in lange Haarspitzen ausgezogen. Zellen fast so lang wie breit oder bis zweimal so lang, oliven- bis blaugrün. Heterocysten ± kugelig, 11—15 μ breit. Dauerzellen zylindrisch, 9—15 μ breit, 60—400 μ lang, glatt. — In stehenden, seltener in fließenden Gewässern, auf Wasserpflanzen; manchmal freischwimmend.

2. **Gloeotrichia le Testui** Frémy (Fig. 282). — Lager weich, sehr klein, punktförmig, bis 1 mm groß. Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheiden anfangs farblos, später gelb, 10 μ breit. Trichome 8—10 μ breit, allmählich in ein langes Haar ausgehend, immer wenige in einem Lager beisammen. Zellen meist kürzer als breit, blaugrün. Heterocysten immer basal, nie interkalar, halbkugelig oder eingedrückt. Dauerzellen meist lang-oval, bis 40 μ lang, 18—20 μ breit, selten einzeln, meist zu zwei oder drei, seltener zu vier, manchmal durch ± zusammengedrückte, abgestorbene (?) Zellen getrennt. — Im Lager von *Westiella lanosa* und *Cylindrospermum maius* auf feuchtem Boden in Zentralafrika.

3. **Gloeotrichia Rabenhorstii** Born. — Lager kugelig, weich' ungefähr 1 mm groß, blaugrün. Fäden lose gelagert, durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheiden farblos, ziemlich dick. Trichome 7—9 μ breit, in kurze Haarspitzen ausgezogen.

Zellen kürzer als breit, scheibenförmig. Heterocysten kugelig oder ellipsoidisch, 12—16 μ breit. Dauerzellen ohne Scheide 12—14 μ, mit Scheide 18—21 μ breit, 68—96 μ lang oder länger. — In stehenden Gewässern, in moorigem Wasser an Moosen.

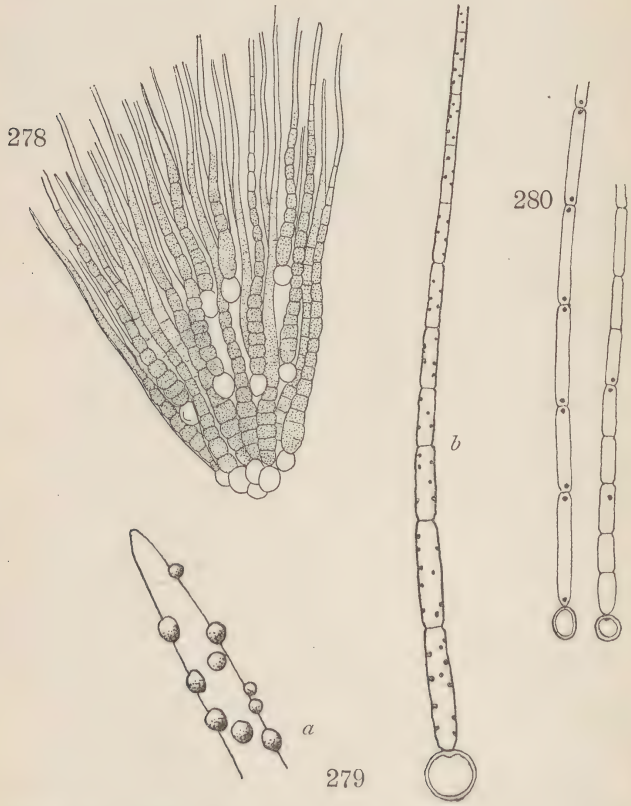


Fig. 278—280. 278 *Gloeotrichia Pisum* (nach Cooke). 279 *Rivularia globiceps*, *a* Lager (1×); *b* einzelnes Trichom (520×, nach G. S. West). 280 *Gloeotrichia longiarticulata* (416×, nach G. S. West).

4. **Gloeotrichia longiarticulata** G. S. West (Fig. 280). — Lager klein, fast kugelig, weich, bis 900 μ groß. Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen. Trichome in ein langes Haar ausgehend. Zellen zylindrisch, an den Enden abgerundet, an der Basis der Trichome 3—7 mal so lang als breit, weiter oben 3—5 mal so lang als breit, 4,5—5,5 μ breit, lebhaft blaugrün, meist mit einem Körnchen an den Querwänden. Heterocysten basal, kugelig oder breit ellipsoidisch, selten länglich. Dauerzellen kurz zylindrisch, 12,5—15 μ breit, 36—44 μ lang, an den Enden abgerundet, mit gelber Außenschicht. — Freischwimmend im Nyassa-See, Afrika.

5. **Gloeotrichia intermedia** (Lemm.) Geitler (= *Rivularia intermedia* Lemm.). — Lager kugelig, weich, 3—7 mm groß. Fäden wenig dicht gedrängt, durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheiden eng, farblos. Trichome in lange, vielfach gewundene, dünne Haarspitzen ausgezogen. Zellen länger als breit, seltener quadratisch, blaugrün, 5,5—8 μ breit. Heterocysten kugelig oder länglich, 9,5—14 μ breit, einzeln oder zu zweien. Dauerzellen zylindrisch, mit glatter, farbloser Außenschicht, ohne Scheide 11—13,5, mit Scheide 14—15 μ breit, 55—135 μ lang. — In stehenden Gewässern.

Die Art unterscheidet sich von *Gl. Pisum* durch das weiche Lager, von *Gl. Rabenhorstii* und *Gl. salina* durch die Länge der Zellen und durch die langen, dünnen, vielfach gewundenen Haarspitzen.

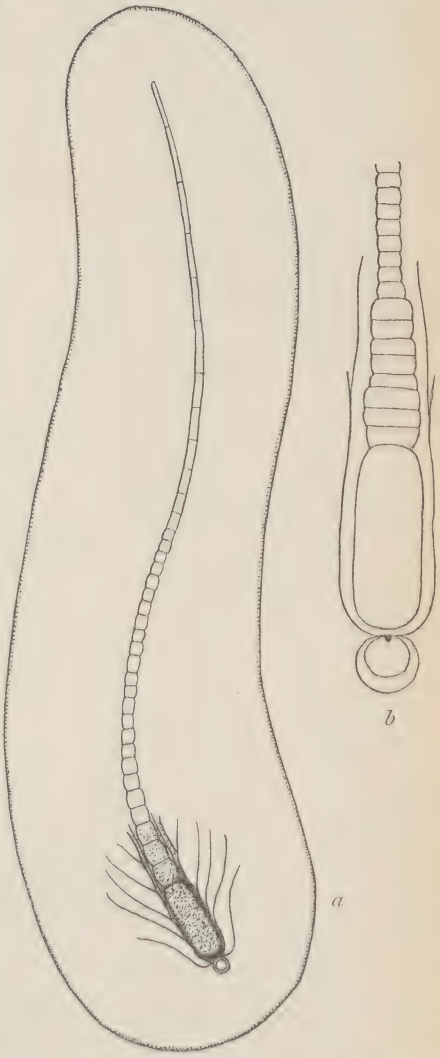


Fig. 281. *a Gloeotrichia Raciborskii*, einzelner Faden; *b* var. *Lilienfeldiana* (nach Woloszynska).

6. **Gloeotrichia Raciborskii** Wolosz. (Fig. 281 *a*). — Lager kugelig, weich, 1—5 mm groß. Trichome 7—8 μ breit, in ein langes Haar ausgehend, mit dem Haar bis 800 μ lang. Scheide an der Basis geschichtet, hellbraun. Zellen an der Basis der Trichome kürzer als breit, weiter oben so lang oder länger als breit; lebhaft blaugrün. Heterocysten kugelig, 5—6 μ breit. Dauerzellen länglich-ellipsoidisch, 15—25 μ breit, bis 50 μ lang, mit gelber Außenschicht. — Freischwimmend im Wasser der Reisfelder auf Java.

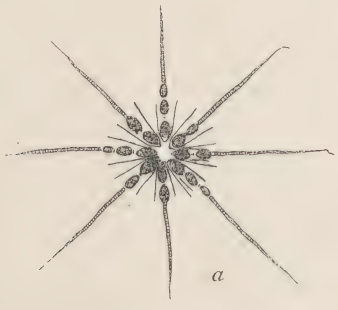
var. *Lilienfeldiana* (Wolosz.) Geitler (Fig. 281 *b*). — Heterocysten kugelig oder ellipsoidisch, 8—10 μ breit. Dauer-

zellen zylindrisch, 15 μ breit, bis 55 μ lang, mit farbloser Außenschicht. — Zusammen mit der typischen Form.

7. **Gloeotrichia salina** Kütz. — Lager kugelig, bis 2 cm groß, olivengrün bis braun, im Alter innen hohl. Fäden ziemlich lose gelagert. Scheiden eng, an der Basis etwas erweitert, farblos. Trichome 7—9 μ breit, in kurze, dicke Haarspitzen auslaufend. Zellen an der Basis der Trichome zusammengedrückt, kugelig oder länglich, 7 bis 9 μ breit, olivengrün. Heterocysten kugelig oder länglch, 12 bis 15 μ breit. Dauerzellen 40—150, meist 100 μ lang, zylindrisch, ohne Scheide 12—15, mit Scheide 18 bis 21 μ breit, mit farbloser Außenschicht. — An Wasserpflanzen u. dgl. in stehenden, schwach salzhaltigen Gewässern.

Lemmermann hält diese Art nur für eine Standortsform von *Gl. natans*.

8. **Gloeotrichia natans** (Hedw.) Rabh. (Fig. 283). — Lager kugelig, weich, später hohl, zuweilen die Größe eines Menschenkopfes erreichend, schmutzig olivengrün bis braun. Fäden ziemlich lose gelagert, durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheiden gelblich, eng, im basalen Teil sackartig erweitert und meist quer eingeschnürt. Trichome in lange Haarspitzen ausgezogen. Zellen 7—9 μ breit, oliven- bis blaugrün, an der Basis der Trichome quadratisch oder etwas kürzer, weiter oben bis 4 mal so lang als breit, meist mit deutlichem, aus kurzen, tonnenförmigen Zellen bestehendem interkalarem Meristem. Heterocysten ± kugelig, 6—12 μ breit. Dauerzellen



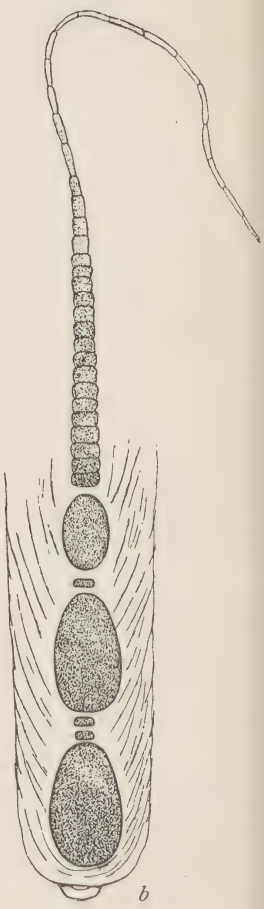


Fig. 282. *Gloeotrichia le Testui*. *a* Lager; *b* einzelner Faden (*a* 75×, *b* 350×, nach Frémy).

zylindrisch, gerade oder etwas gekrümmt, ohne Scheide 6, meist 10—18 μ, mit Scheide bis 40 μ breit, 40—250 μ lang, mit farbloser oder brauner Außenschicht. — In stehenden Gewässern, anfangs auf Wasserpflanzen festsitzend, später freischwimmend.

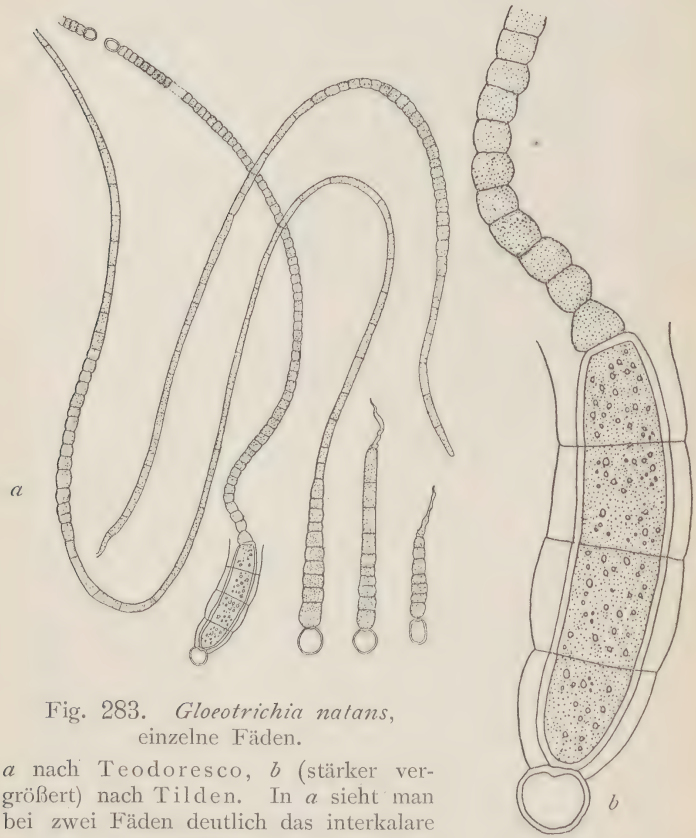


Fig. 283. *Gloeotrichia natans*, einzelne Fäden.

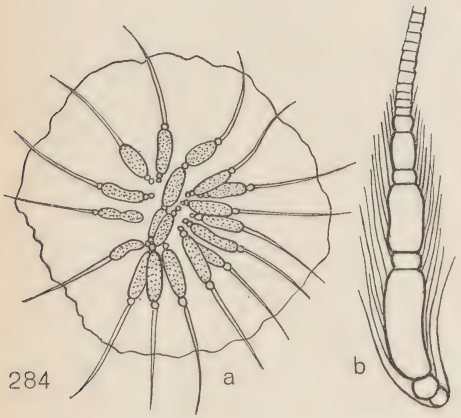
a nach Teodoresco, *b* (stärker vergrößert) nach Tilden. In *a* sieht man bei zwei Fäden deutlich das interkalare Meristem.

9. **Gloeotrichia Indica** (Schmidle). — Lager kugelig, weich, 1—2 mm groß, hohl (oder solid?). Trichome aus 2—4 tonnenförmigen, ca. 8 μ breiten Zellen und einem langen dünnen Haar mit zylindrischen Zellen bestehend, 200—300 μ lang. Dauerzellen fast zylindrisch, mit fein granulierter, anfangs farbloser, später gelbbrauner, eng anliegender Scheide, 16—20 μ breit. — In einem See in Indien.

Die „Außenschicht" der Dauerzellen, die Schmidle beschreibt, gehört nicht zur Dauerzelle, sondern ist, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, der basale Teil der Scheide, wie er ähnlich auch bei anderen Arten (vgl. Fig. 281, 283 *b*) entwickelt ist. Auffallend ist an der Art die geringe Zahl der eigentlichen Trichomzellen.

10. **Gloeotrichia punctulata** Thur. — Lager kugelig, weich, bis 2 cm groß, später hohl, schmutzig olivenbraun. Fäden lose gelagert, durch Druck leicht voneinander zu trennen. Trichome in kurze Haarspitzen ausgezogen. Zellen zusammengedrückt-kugelig oder länglich, 6—7 μ breit, blaß olivenfarben. Dauerzellen 100—110 μ lang, ohne Scheide 15—18 μ, mit Scheide 20—25 μ breit, mit fein granulierter, rauher Außenschicht. — In stehenden Gewässern, anfangs an Wasserpflanzen sitzend, später freischwimmend.

11. **Gloeotrichia longicauda** Schmidle. — Lager halbkugelig, $^1/_3$—$^1/_2$ mm groß. Fäden aus der Gallerte hervorragend. Scheiden dick, außen etwas zerfließend. Trichome sehr allmählich in lange Haarspitzen ausgezogen. Zellen so lang wie breit oder etwas länger oder etwas kürzer, 6—8 μ breit. Heterocysten meist zu mehreren, verschieden groß. Unreife Dauerzellen abgerundet zylindrisch oder lang ellipsoidisch, zuweilen gekrümmt, ca. 16 μ breit und 40 μ lang, mit farbloser Außenschicht. — Auf im Wasser liegenden Blättern in einem Bach in Brasilien.



284

Fig. 284. *Gloeotrichia Pilgeri.* *a* Lager von oben gesehen; *b* Basis eines einzelnen Fadens mit 3 Dauerzellen und 5 Heterocysten (nach Schmidle).

Die Fäden wurden auch einzeln, nicht lagerbildend gefunden. Die Art unterscheidet sich dann nicht von *Calothrix.*

12. **Gloeotrichia Pilgeri** Schmidle (Fig. 284). — Lager halbkugelig, 200—300 μ groß. Fäden aus der Gallerte hervorragend. Scheiden anfangs hyalin, später gelbbraun und zerfasert. Trichome plötzlich (?) in ein kurzes Haar auslaufend. Zellen $^1/_2$—1 mal so lang als breit, ca. 8 μ breit. Heterocysten basal, oft zu zweien und interkalar, zwischen den Dauerzellen und oft an der Seite der obersten Dauerzelle. Dauerzellen ellipsoidisch bis abgerundet-zylindrisch, meist schwach gekrümmt, oft zu mehreren hintereinander, aber durch Heterocysten getrennt, mit glatter, fast schwarzbrauner Außenschicht, 12—16 μ breit, 29—70 μ lang. — An *Spirogyren* und im Wasser liegenden Blättern in einem Bach in Brasilien.

Die Art ist durch die Stellung der Heterocysten interessant.

13. **Gloeotrichia echinulata** (J. E. Smith) Richt. (Fig. 285). — Lager freischwimmend, bis 7 mm groß, kugelig oder ± länglich. Fäden radial verlaufend, durch Druck leicht voneinander trennbar. Scheiden zart, nicht geschichtet, ± undeutlich, farblos. Trichome weit aus dem Lager hervorragend, in sehr

lange Haare ausgehend, an der Basis 8—10 μ breit, im Haar 1—2 μ breit. Zellen an der Basis der Trichome fast kugelig, nach oben zu länger werdend, zylindrisch, meist mit Pseudovakuolen. Heterocysten kugelig oder ellipsoidisch, 7—10 μ breit. Dauerzellen zylindrisch mit abgerundeten Ecken, gerade oder schwach gekrümmt, 8—18 μ breit, 44—50 μ lang. — Planktonisch in stehenden Gewässern. Oft Wasserblüten bildend; seltener in fließendem Wasser.

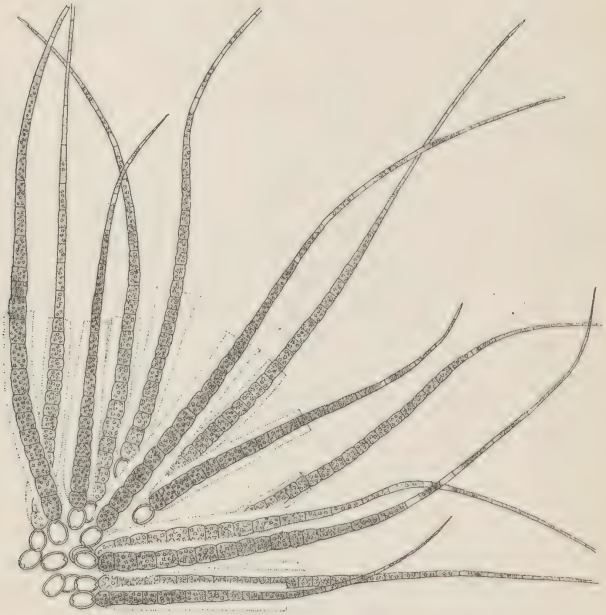


Fig. 285. *Gloeotrichia echinulata*, Teil eines Lagers ohne Dauerzellen (300×, nach G. M. Smith).

Rivularia (Roth) Ag.

Trichome unverzweigt oder in ± unregelmäßigen Abständen scheinverzweigt. Fäden ± radial oder parallel, zu halbkugeligen oder kugeligen, im Alter oft zusammenfließenden und dann ausgebreiteten polsterförmigen Gallertlagern vereinigt. Scheiden außen ± verschleimend. Trichome in Haare ausgehend, oft mit deutlichem trichothallischen Wachstum. Heterocysten basal oder interkalar, oft an der Basis der Scheinverzweigungen. Aufbau des Thallus häufig deutlich sympodial. Hormogonien einzeln oder hintereinander aus dem interkalaren Meristem entstehend. Dauerzellen fehlen.

Die Arten leben festgeheftet in stehenden und fließenden Gewässern, seltener planktonisch *(R. planctonica)*. Manche Lager bilden reichlich Kalk, der zuerst in Form kleiner Kristalloide in der Gallerte zwischen den Fäden ausgeschieden wird, später das ganze Lager inkrustiert und versteinert. An solchen verkalkten

Lagern sind nur die Fäden der äußersten Schichten lebend. Bei manchen Arten ist das Lager aus konzentrischen Zonen aufgebaut, die durch zonenweise Abscheidung des Kalkes deutlich werden, aber auch nach der Entkalkung der Lager mit Säuren noch an den zonenweise gefärbten Scheiden erkennbar sind. Die Biologie der Zonenbildung ist noch nicht geklärt.

Eine morphologisch aberrante Form ist *R. Hansgirgii*.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

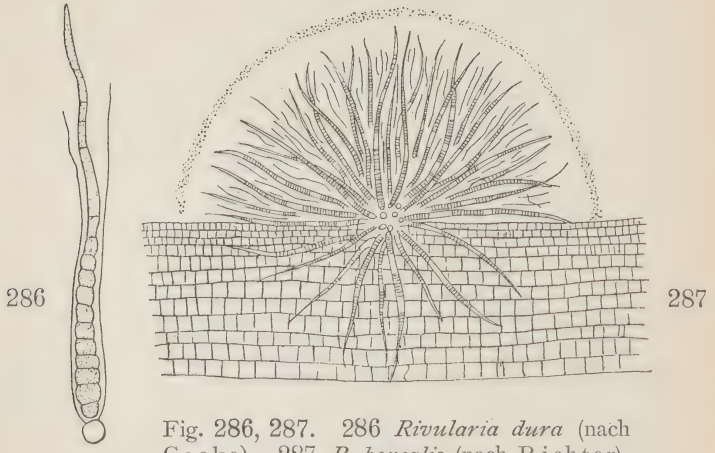
I. Zellen ohne Pseudovakuolen.
  1. Fäden horizontal ausgebreitet. **R. Hansgirgi** 1.
  2. Fäden ± aufrecht.
    A. Lager nicht gezont.
      a) Lager hart. Fäden durch Druck schwer voneinander zu trennen.
        α) Lager mit eingelagerten Kalkteilchen; untere Trichomzellen ebenso lang wie breit. **R. dura** 2.
        β) Lager ohne eingelagerte Kalkteilchen; untere Trichomzellen länger als breit. **R. Beccariana** 3.
      b) Lager weich. Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen.
        α) Lager mit eingelagerten Kalkteilchen, Trichome 5—12,5 μ breit. **R. Biasolettiana** 4.
        β) Lager ohne eingelagerte Kalkteilchen.
          * Trichome 4 μ breit. Scheiden nicht geschichtet. **R. borealis** 5.
          ** Trichome 4,8—6 μ breit Scheiden nicht geschichtet. **R. globiceps** 6.
          *** Trichome 7—9 μ breit.
            † Zellen an der Basis länger als breit, Scheiden dünn, nicht geschichtet. **R. aquatica** 7.
            †† Zellen an der Basis kürzer als breit, Scheiden dick, geschichtet. **R. Vieillardi** 8.
    B. Lager gezont.
      a) Fäden dicht gedrängt, Haare lang und dünn. **R. haematites** 9.
      b) Fäden loser gelagert, Haare kurz und dick. **R. rufescens** 10.

II. Zellen mit Pseudovakuolen. **R. planctonica** 11.

1. **Rivularia Hansgirgi** Schmidle. — Lager ausgebreitet, gallertig, flach, *Nostoc*-artig, dünn, fest, schwarz oder schwarzbraun. Fäden lang, horizontal ausgebreitet, meist verschlungen, seltener fast parallel, gegen das Ende zu sehr allmählich verjüngt, in der Mitte 6 μ breit, am Ende 2—4 μ breit. Zellen rechteckig, fast quadratisch, an der Basis etwas kürzer als breit. Heterocysten basal, einzeln oder zu zweien, selten interkalar, 8 μ breit. Scheiden farblos oder blaßgelb, dünn. — Zwischen Moosen in Indien.

Die Art weicht durch das horizontale Wachstum der Fäden von allen anderen Arten ab.

2. **Rivularia dura** Roth (Fig. 286). — Lager hart, bis ½ mm dick, mit eingelagerten Kalkteilchen, schwarzgrün. Fäden durch Druck schwer voneinander zu trennen. Scheiden dünn, farblos, nicht geschichtet. Trichome 4—9 μ breit, blaugrün, in



286 287

Fig. 286, 287. 286 *Rivularia dura* (nach Cooke). 287 *R. borealis* (nach Richter).

ein langes, dünnes Haar ausgehend. Zellen an der Basis so lang wie breit, weiter oben $^1/_3$ mal so lang als breit, tonnenförmig. — In stehenden Gewässern an Wasserpflanzen.

3. **Rivularia Beccariana** (de Not.) Born. et Flah. — Lager hart, bis 1 mm, seltener bis 3,5 mm hoch, ohne eingelagerte Kalkteilchen, olivengrün. Fäden durch Druck schwer voneinander zu trennen. Scheiden eng, undeutlich geschichtet, farblos oder gelbbraun. Trichome 3—7 μ breit, olivengrün, in lange, vielfach gebogene Haare ausgehend. Zellen an der Basis länger als breit, obere so lang wie breit. — In stehenden und fließenden Gewässern an Steinen, Schneckenschalen u. dgl.

4. **Rivularia Biasolettiana** Menegh. (Fig. 288). — Lager halbkugelig, später ausgebreitet und flach, mit eingelagerten Kalkteilchen, weich, 2 bis 8 mm hoch, blaugrün, olivengrün oder bräunlich. Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheiden weit, trichterförmig, geschichtet, zerschlitzt, farblos

Fig. 288. *Rivularia Biasolettiana*, Teil eines Lagers (nach Hansgirg).

oder meist gelbbraun oder abwechselnd farblos und gefärbt, 15—30 μ breit. Trichome blaugrün, 5—12,5 μ breit, in lange, farblose, oft vielfach gebogene Haare ausgehend. Zellen an der Basis fast quadratisch oder etwas kürzer als breit, weiter oben $^1/_3$—$^1/_4$ mal so lang als breit, in alten, absterbenden Fäden im Innern der Lager bis 2 mal so lang als breit. Heterocysten kugelig oder ellipsoidisch. — In stehenden und fließenden Gewässern, auch in salzigem Wasser, an Steinen und Wasserpflanzen; seltener auch auf feuchter Erde.

Die Art ist ziemlich polymorph, sowohl was die Größe der Zellen als auch die Gestalt der Lager anlangt. Mit ihr ist, wie auch Lemmermann festgestellt hat, *R. minutula* (Kütz.) Born. et Flah. zu vereinigen. — Die Lager zeigen häufig schon makroskopisch die Abhängigkeit der Färbung der Scheiden von der Belichtung. Wo die Lager sich seitlich berühren, sind sie blaugrün, auf der dem Licht frei exponierten Oberseite braungrün gefärbt. Im Alter sterben die Lager manchmal fast vollkommen ab und besitzen dann eine schwammig-tuffartige Beschaffenheit und weiße Färbung. An Ufern von Seen bilden sie oft weitausgebreitete Krusten.

Borzi beschreibt ein *Chroococcaceen*-Stadium (Gonidien). Wahrscheinlich isolieren sich die basalen Zellen alter Fäden.

5. **Rivularia borealis** Richt. (Fig. 287). — Lager kugelig oder halbkugelig, bis $^1/_2$ mm hoch, manchmal zusammenfließend und weit ausgebreitet, weich, ohne eingelagerte Kalkteilchen. Fäden ziemlich lose gelagert, durch Druck leicht voneinander zu trennen, bis 200 μ lang. Scheiden farblos, nicht geschichtet, im Alter zerfließend. Trichome 4 μ breit, in Haare ausgehend. Zellen an der Basis bis $^1/_2$ mal so lang als breit, weiter oben so lang wie breit, quadratisch. Heterocysten kugelig, 4 μ breit. — In stehenden Gewässern an Wasserpflanzen.

Die Hormogonien werden zu vielen hintereinander gebildet. Die Art ist durch die sehr kleinen Thalli charakterisiert.

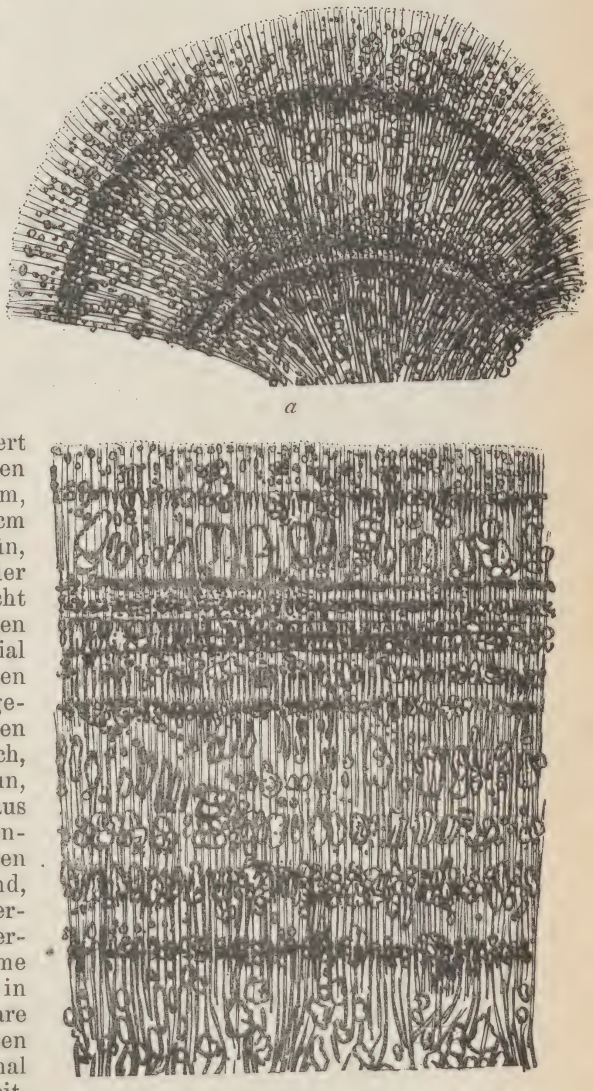
6. **Rivularia globiceps** G. S. West (Fig. 279). — Lager klein, ziemlich weich, 1,5—3 mm groß, halbkugelig bis kugelig, ohne eingelagerte Kalkteilchen. Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheiden farblos, dick, kaum sichtbar. Trichome in ein ziemlich langes Haar ausgehend. Zellen zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, an der Basis $1^1/_2$ bis 4 mal so lang wie breit, 4,8—6 μ breit, weiter oben so lang wie breit oder doppelt so lang als breit. Heterocysten kugelig, 10—12 μ groß, einzeln oder selten zu zweien. — An alten Stengeln von Wasserpflanzen im Tanganyika-See, Afrika.

7. **Rivularia aquatica** de Wild. — Lager kugelig, ca. 2 mm groß, weich, ohne eingelagerte Kalkteilchen. Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheide dünn, farblos, nicht geschichtet, regelmäßig gegen das Ende zu verjüngt. Trichome 7—9 μ breit, in ein langes dünnes Haar ausgehend. Zellen an der Basis länger als breit, gegen die Spitze zu noch länger werdend. — In stehendem (?) Wasser in Niederländisch Indien.

8. **Rivularia Vieillardi** (Kütz.) Born et Flah. — Lager unregelmäßig gelappt, elastisch-gallertig, bis 3 cm breit und 1 cm

dick, schwärzlich-olivengrün. Fäden lose gelagert, durch Druck leicht voneinander zu trennen. Scheiden dick, geschichtet, aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehend, außen zerfließend, farblos oder gelbbraun. Trichome 7—9 μ breit, blaugrün, in ein Haar ausgehend. Zellen an der Basis tonnenförmig, kürzer als lang, weiter oben bis $^1/_3$mal so lang als breit. — Auf feuchter Erde in Neu-Kaledonien.

9. **Rivularia haematites** (D. C.) Ag. (Fig. 289, 290). — Lager anfangs halbkugelig, später zusammenfließend und ausgebreitet, sehr oft fast ganz mit Kalk inkrustiert und steinhart, innen gezont, bis 2 cm, seltener bis 3 cm hoch, blaugrün, olivengrün oder braun. Fäden dicht gedrängt, in jungen Lagern ± radial verlaufend, in alten fast parallel gestellt. Scheiden eng, zerbrechlich, farblos oder braun, geschichtet, aus tutenförmig ineinander steckenden Stücken bestehend, an der Spitze erweitert und zerfasert. Trichome 4—11 μ breit, in lange dünne Haare ausgehend. Zellen an der Basis 2mal so lang als breit, in der Mitte quadratisch, weiter oben $^1/_2$mal so lang als breit. Heterocysten kugelig oder



a

b

Fig. 289. *Rivularia haematites*. *a* jüngeres, wenig verkalktes Lager im Querschnitt; *b* oberer Teil eines wenig verkalkten, 33 schichtigen alten Lagers (ca. 20×, Original).

länglich. — In stehenden und fließenden Gewässern, auch an überrieselten Kalk- und Dolomitfelsen.

Die Größe, Farbe, Gestalt und die Mächtigkeit der Kalkinkrustation der Lager schwankt außerordentlich stark an verschiedenen Standorten. In nur bei Regen wasserführenden kleinen Bachbetten bleiben die Lager sehr niedrig und bilden feste, dunkelbraune, flache Krusten, die nur wenige (2—4) Zonen besitzen. Die Scheiden sind an der Oberfläche des Lagers intensiv dunkelbraun gefärbt. Es handelt sich um Kümmerformen, die sich während der längsten Zeit ihrer Entwicklung in einem Dauerzustand befinden. Ganz anders sehen Lager aus Dolomitbächen aus. Sie sind vor allem durch die geringe Stärke der Kalkinkrustation ausgezeichnet; es finden sich in ihrem Innern nur vereinzelte Kalkkristalle (Fig. 289). Das ganze Lager besitzt eine ziemlich weiche Beschaffenheit, die Fäden haften aber fest aneinander und sind durch Druck nur schwer voneinander zu trennen, so daß die Art sich auch in diesem Stadium leicht von *R. Biasolettiana* unterscheiden läßt. Diese weichen Lager können riesige Dimensionen annehmen, bis 3 cm dick werden und bis 33 Zonen besitzen. Die Lager aus kalkreichen Gewässern sind im Alter meist ganz versteinert (Fig. 290), nur die oberste Schichte der Fäden bleibt lebend. Zwischen den Kümmerformen, den weichen und den versteinten Lagern findet man alle möglichen Übergangsformen. — Sehr klar ist oft die Abhängigkeit der Färbung der Scheiden von der Belichtung zu erkennen: die Lager sind an der Unterseite und an den Seiten, wo sie sich gegenseitig berühren, blaugrün, auf der belichteten Oberseite braun gefärbt.

Fig. 290.
Rivularia haematites.
Vollständig verkalktes Lager im Querschnitt, nat. Gr. (nach R. Wettstein).

10. **Rivularia rufescens** Näg. — Lager anfangs halbkugelig, später zusammenfließend und ausgebreitet, ganz (immer?) mit Kalk inkrustiert, hart, innen gezont, bis 1 cm hoch, olivenfarben oder braun. Fäden weniger dicht gedrängt. Scheiden weit, geschichtet, braun oder farblos, oben erweitert und zerschlitzt, aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehend. Trichome 8—12 μ breit, in kurze, dicke Haare ausgehend. Zellen fast quadratisch oder etwas kürzer als breit. Heterocysten länglich. — In fließenden und stehenden, kalkhältigen (immer?) Gewässern.

11. **Rivularia planctonica** Elenk. — Lager klein, 0,5 mm groß, weich. Fäden durch Druck leicht voneinander zu trennen, gerade oder gekrümmt, radial laufend, bis 300 μ, seltener bis 350 μ lang. Trichome 4,6—5,8 μ breit, zum größten Teil in ein Haar aufgebraucht. Scheiden eng, farblos, schwer sichtbar. Zellen fast quadratisch oder etwas länger als breit, mit

Pseudovakuolen. Heterocysten basal, einzeln, kugelig, 8 bis 9,8 μ groß. — In einem Fluß in Rußland.

Sacconema Borzi.

Fäden büschelförmig, zu einem kleinen, festsitzenden Gallertlager vereinigt. Trichome mit unregelmäßigen, einzelnen, kurzen Scheinverzweigungen, einzeln oder zu wenigen in einer Scheide, in Haare ausgehend. Scheiden sehr dick, anfangs blasig-sackartig, später an der Spitze geöffnet, aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehend. Heterocysten basal. Hormogonien. Dauerzellen am Grund der Fäden.

Die Gattung unterscheidet sich nur wenig von *Gloeotrichia*.

Einzige Art:

Sacconema rupestre Borzi (Fig. 291). — Scheiden braun. Zellen 8 μ breit, an den Querwänden stark eingeschnürt, so lang wie breit oder etwas kürzer als lang. Heterocysten basal, kugelig. Dauerzellen kugelig, mit ziemlich dicker, rauher Außenschicht. — An feuchten Felsen in Italien und in einem See in Nordamerika.

Die blasig-sackartigen Scheiden werden bis 10 mal so dick als die Trichome. Die Dauerzellen keimen unter Verschleimung der Membran und unter Teilung des Inhalts nach drei Raumrichtungen, ohne sofort einen Faden zu bilden.

291

Fig. 291. *Sacconema rupestre* (nach Borzi). Die Figur zeigt nicht die charakteristischen, sackartigen Scheiden der jungen Fäden, sondern stellt ältere Fäden dar, deren Scheiden am Scheitel geöffnet sind.

Scytonemataceae.

Trichome immer einreihig, in ihrer ganzen Länge gleich breit oder nur an den äußersten Enden schwach verjüngt oder verdickt und dann mit ± deutlicher Differenzierung in Basis und Spitze, scheinverzweigt. Scheinverzweigungen entweder durch seitliches Auswachsen eines oder zweier Trichomstücke oder durch seitliche Vorwölbung einer Schlinge, die später aufreißt und so zwei Seiten-

zweige liefert. Spitzenwachstum und interkalares Wachstum. Haare fehlen. Scheiden fest oder verschleimend, oft geschichtet, manchmal aus tutenförmig ineinander steckenden Schichten zusammengesetzt. Heterocysten interkalar, nur selten fehlend. Hormogonien aus den jüngsten Trichomteilen, selten fehlend. Dauerzellen vorhanden oder fehlend.

Unter den *Scytonemataceen* befinden sich einige Formen *(Diplonema, Spelaeopogon, Seguenzaea)*, die durch ihre ± torulösen Fäden von den übrigen Gattungen abweichen. Borzi hat aus ihnen eine eigene Untergruppe der *Stigonemataceen* gebildet. Sie stehen diesen vielleicht wirklich näher als die anderen *Scytonemataceen*, unterscheiden sich aber von allen *Stigonematales* durch das Fehlen der echten Verweigung. Der Abstand ist wohl so groß, daß sich eine Vereinigung nicht empfiehlt.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen:

I. Heterocysten fehlen.

1. Fäden zylindrisch, Hormogonien vorhanden, Hormocysten fehlend. **Plectonema** (S. 245).
2. Fäden turolös, Hormogonien fehlend, Hormocysten vorhanden. **Spelaeopogon** (S. 250).

II. Heterocysten vorhanden.

1. Scheiden nur ein Trichom enthaltend oder nur selten auf kurze Strecken (bei den Scheinverzweigungen) zwei Trichome enthaltend.

A. Lager aus zweierlei Fäden zusammengesetzt: die einen kriechend und torulös, die anderen aufrecht, zylindrisch, in Bündeln.

a) Hormogonien vorhanden, Hormocysten fehlen. **Seguenzaea** (S. 252).

b) Hormogonien fehlen, Hermocysten vorhanden. **Spelaeopogon** (250).

B. Lager aus gleichartigen oder wenig verschiedenen Fäden bestehend.

a) Scheinverzweigungen meist einzeln.

α) Scheinverzweigungen in regelmäßiger Aufeinanderfolge, Fäden wiederholt scheindichotom verzweigt, radial ausstrahlend. **Diplonema** (S. 253).

β) Scheinverzweigungen ± regellos, Fäden unregelmäßig seitlich verzweigt, sympodial oder monopodial, nicht radial ausstrahlend.

* Hormogonien vorhanden. **Tolypothrix** (S. 254).

** Hormogonien fehlen. **Spelaeopogon** (S. 250).

b) Scheinverzweigungen zu zweien, selten auch einzeln.

α) Fäden torulös, Hormogonienbildung fehlt, Hormocysten vorhanden. **Spelaeopogon** (S. 250).

β) Fäden zylindrisch, Hormogonien vorhanden.

* Scheiden sehr dick, aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken, mit fester, kuticulaartiger Außenhaut. **Petalonema** (S. 261).

** Scheiden dünner, meist nicht viel dicker als die Trichome, ohne feste Außenhaut, aber manchmal auch aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehend.
† Fäden in der Mitte niederliegend, an beiden Enden aufsteigend, fast halbkreisförmig gebogen, kurz. **Campylonema** (S. 276).
†† Fäden nicht an beiden Enden aufsteigend, lang. **Scytonema** (S. 265)

2. Scheiden mehrere Trichome enthaltend.
A. Fäden gerade, parallel liegend, Lager formlos. **Hydrocoryne** (S. 277).
B. Fäden gekrümmt, verschlungen, Lager keulig. **Diplocoleon** (S. 276).

Plectonema Thur.

Trichome verschieden gekrümmt, mit dünnen, festen Scheiden, scheinverzweigt. Scheinverzweigungen einzeln oder paarweise, im letzteren Fall beide Äste nach derselben Seite oder nach verschiedenen Seiten, parallel oder sich X-förmig kreuzend. Heterocysten fehlen. Dauerzellen unbekannt. Hormogonien.

Die Arten leben in fließendem und stehendem Wasser. Im ersteren Fall ist das Lager meist lang-büschelig. *Pl. nostocorum* kommt in heißem Wasser vor, *Pl. carneum* lebt aërophytisch in Warmhäusern, *Pl. capitatum* wurde auch in Brackwasser gefunden. *Pl. nostocorum* besiedelt die Gallerte verschiedener anderer Algen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Endzellen der Trichome nicht verjüngt.
1. Trichome ± blaugrün, nicht rötlich.
A. Fäden nicht in der Gallerte anderer Algen lebend.
a) Fäden breiter als 10 μ.
α) Endzelle mit konvexer Kalyptra. **Pl. capitatum** 1.
β) Endzelle ohne Kalyptra.
* Trichome breiter als 28 μ. **Pl. Wollei** 2.
** Trichome schmäler als 28 μ.
† Fäden im Lager radial verlaufend, Zellen 10—14 μ breit. **Pl. radiosum** 3.
†† Fäden nicht radial verlaufend, Zellen 11 bis 22 μ breit
X Zellen 3—9 μ lang. **Pl. Tomasinianum** 4.
XX Zellen 8—12 μ lang. **Pl. Volkensii** 5.
b) Fäden schmäler als 10 μ.
α) Fäden 4,7—9 μ breit.
* Zellen kürzer als breit. **Pl. phormidioides** 6.
** Zellen länger als breit.
† Zellen 2—4 μ breit. **Pl. puteale** 7.
†† Zellen 1,6 μ breit. **Pl. diplosiphon** 8.

β) Fäden schmäler als 4 μ.
* Zellen an den Querwänden deutlich eingeschnürt. **Pl. Boryanum** 9.
** Zellen an den Querwänden nicht oder sehr schwach eingeschnürt.
† Zellen länger als breit.
X Fäden 1,7—2 μ breit. **Pl. notatum** 10.
XX Fäden 2—4 μ breit. **Pl. gracillimum** 11.
†† Zellen kürzer als breit. **Pl. Schmidlei** 12.
B. Fäden in der Gallerte anderer Algen lebend. **Pl. nostocorum** 13.

2. Trichome rötlich.
A. Trichome 3 μ breit. **Pl. purpureum** 14.
B. Trichome 1,2—1,8 μ breit. **Pl. carneum** 15.

II. Endzellen deutlich verjüngt, kegelförmig.
1. Zellen an den Querwänden granuliert. **Pl. Rhenanum** 16.
2. Zellen an den Querwänden nicht granuliert. **Pl. tenue** 17.

1. **Plectonema capitatum** Lemm. — Fäden verschiedenartig gekrümmt, seltener fast gerade, anfangs festsitzend, später freischwimmend, 15—17 μ breit. Scheiden farblos, geschichtet, im Alter außen etwas uneben, durch Chlorzinkjod deutlich blaugefärbt, 1,3—3 μ dick. Trichome blaugrün, an den Querwänden kaum eingeschnürt, 9—12 μ breit. Zellen sehr kurz, 1—3 μ lang, an den Querwänden deutlich granuliert. Endzelle mit konvexer Kalyptra. Scheinverzweigungen spärlich, unter spitzen Winkeln abgehend. — In stehenden brackischen und süßen Gewässern auf den Chatam-Inseln.

Die Fäden sitzen anfangs auf Wasserpflanzen fest, werden später losgerissen und schwimmen als 0,5—1 cm große, kugelige Ballen frei im Wasser. — Nach Lemmermann erfolgt die Vermehrung außer durch Hormogonien auch durch Bildung von „Makro- und Mikrogonidien", die durch Zerfall der Trichome in einzelne Zellen entstehen.

2. **Plectonema Wollei** Farlow (Fig. 292). — Fäden fast gerade oder verschiedenartig gekrümmt, zu flutenden, schwarz- bis gelbgrünen Büscheln vereinigt. Scheinverzweigungen spärlich, meist einzeln. Scheiden farblos oder goldgelb, im Alter deutlich geschichtet, außen uneben, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, dunkelblaugrün oder gelblichgrün, 28—47 μ breit, 4—9 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle abgerundet. — In stehenden Gewässern an Steinen und Wasserpflanzen.

f. *robusta* G. S. West. — Fäden 60—80 μ, Zellen 42—59 μ breit. — Tanganyika See, Afrika.

3. **Plectonema radiosum** (Schiederm.) Gom. (Fig. 293). — Fäden unregelmäßig gekrümmt, radial verlaufend, zu rundlichen, manchmal kugeligen und bis kirschgroßen, dunkelgrünen oder rotbraunen Rasen vereinigt, bis ½ cm lang. Scheinverzweigungen reichlich, einzeln oder zu zweien. Scheiden im unteren Teil der Fäden dick, geschichtet, außen uneben, gold-

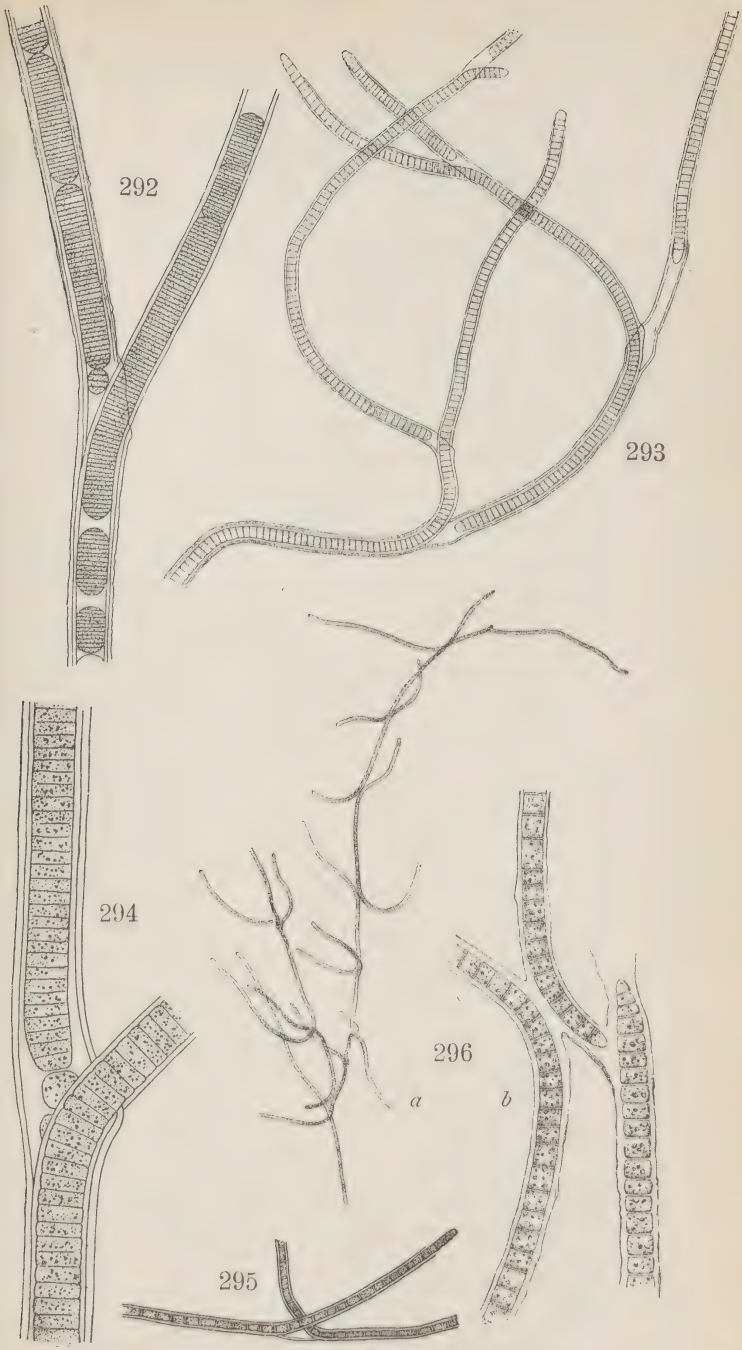


Fig. 292—296. 292 *Plectonema Wollei.* 293 *Pl. radiosum.* 294 *Pl. Tomasinianum.* 295 *Pl. nostocorum.* 296 *Pl. tenue*, *a* schwach, *b* stärker vergrößert (294 nach Bornet und Thuret, die übrigen nach Gomont).

gelb, weiter oben dünn, farblos, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen nur im oberen Teil der Trichome an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 10—14 μ breit, 3,3—10 μ lang, blaugrün, selten an den Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet. — In Quellen und Bächen.

4. **Plectonema Tomasinianum** (Kütz.). Born. (Fig. 294). — Fäden gekrümmt, dicht verflochten, zu einem flockigen oder büscheligen, schmutzig blau- bis olivengrünen oder braunen bis schwärzlich-braunen Lager vereinigt. Scheinverzweigungen reichlich oder spärlich, meist zu zweien, 11—18 μ, seltener bis 24 μ breit. Scheiden dick, geschichtet, anfangs farblos, später gelbbraun, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 11—22 μ breit, 3—9 μ lang, selten länger, blaugrün, an den Querwänden manchmal granuliert. Endzelle abgerundet. — An Steinen, Holz u. dgl. in Bächen, auch in stehendem Wasser an Wasserpflanzen oder freischwimmend.

var. *gracile* Hansg. — Fäden 9—12, seltener bis 15 μ breit. — In Bächen.

var. *cincinnatum* Hansg. — Lager meist schwarzviolett. Fäden bis 30 μ breit. Zellen $^1/_2$—$^1/_5$ mal so lang als breit, stahlblaugrün oder schmutzigviolett. — In Bächen.

5. **Plectonema Volkensii** Schmidle. — Lager ausgebreitet, schmutzigbraun oder rotbraun. Fäden lang, verwirrt, oft parallel, 24—32 μ breit. Scheinverzweigungen sehr spärlich, einzeln, in spitzem Winkel abgehend. Scheiden dick, geschichtet, oft zweischichtig, farblos oder meist gelbbraun, bis 4 μ dick. Zellen rechteckig, bis 20 μ breit, 8—12 μ lang (?), isodiametrisch oder länger als breit (?), gelbgrün. — Auf Baumrinden zwischen Moosen und *Trentepohlia*.

6. **Plectonema phormidioides** Hansg. — Lager dünnhäutig, etwas schlüpfrig, dunkel- bis schwärzlich blaugrün, wenig ausgebreitet. Fäden 6—9 μ breit. Scheiden farblos, eng. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, blaugrün oder schmutzig-bräunlichviolett. — An Steinen in Bergbächen.

7. **Plectonema puteale** (Kirchn.) Hansg. — Fäden zu blaß bläulichen oder gelblichgrünen, seltener fast weißen, kleinen Flöckchen vereinigt, 3—5, seltener bis 8 μ breit, spärlich scheinverzweigt. Scheinverzweigungen meist kurz. Zellen 2 bis 4 μ breit, mit an den Enden deutlicher werdenden Querwänden (= eingeschnürt?), 1—4 mal so lang als breit, hell blaugrün oder fast farblos. Scheiden dünn, meist farblos, 3—8 μ dick (?), seltener gelb bis braun, verdickt und undurchsichtig. — In Brunentrögen, kleinen Bächen, an Steinen und Holz.

8. **Plectonema diplosiphon** Woronich. — Fäden 4,7—6 μ breit, sehr selten scheinverzweigt. Scheinverzweigungen einzeln. Zellen 1,6 μ breit, blaß blaugrün, zylindrisch, 3—4 mal so lang als breit, an den Enden der Trichome kürzer und an den Querwänden leicht eingeschnürt, an den Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet. Scheiden doppelt, äußere Schicht uneben und farblos, innere sehr dünn, gelbbraun, am Ende verjüngt und farblos. — An Steinen in einem Fluß im Kaukasus.

9. **Pectonema Boryanum** Gom. — Fäden gekrümmt, dicht verflochten. Scheinverzweigungen reichlich, zu zweien, dünner als die Hauptfäden, fast peitschenförmig. Scheiden dünn, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen an den Querwänden stark eingeschnürt, blaß blaugrün, fast farblos, 1,3—2 μ breit, in den Hauptfäden so lang wie breit oder etwas kürzer als breit, in den Scheinverzweigungen etwas länger als breit, an den Querwänden nicht granuliert. — In einem alten Kulturglas.

10. **Plectonema notatum** Schmidle. — Fäden vielfach gebogen, kein Lager bildend, 1,7—2 μ breit. Scheinverzweigungen spärlich, einzeln oder zu zweien. Scheiden dünn, farblos. Zellen zylindrisch, 2—3mal so lang als breit, an den Querwänden mit einem oder mit 2 Körnchen, nicht eingeschnürt, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet. — In einem Brunnentrog in Kärnten und in Schweden.

11. **Plectonema gracillimum** (Zopf) Hansg. — Lager dünnhäutig, oft weit ausgebreitet, blaß blau-, gelb- oder graugrün, meist schleimig. Fäden 2—4 μ breit. Scheinverzweigungen einzeln oder zu zweien. Zellen 1—3mal so lang als breit, hell blaugrün, fast farblos. Scheiden dünn, meist farblos. — An Fensterscheiben, nassen Mauern, auf Blättern in Warmhäusern.

12. **Plectonema Schmidlei** Limanowska. — Trichome 2—3 μ breit, blaß blaugrün, spärlich scheinverzweigt. Scheinverzweigungen einzeln. Zellen kürzer als breit. Endzelle abgerundet. — Zwischen anderen Algen an einer Mauer in der Limmat.

13. **Plectonema nostocorum** Born. (Fig. 295). — Fäden fast gerade oder gebogen. Scheinverzweigungen spärlich, meist einzeln. Scheiden dünn, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen zylindrisch, an den Querwänden manchmal schwach eingeschnürt, nicht granuliert, 0,7—1,5 μ breit, 2—3 μ lang, blaß gelbgrün. Endzelle abgerundet. — In der Gallerte von *Nostoc muscorum* und anderen Algen, auch in heißem Wasser, seltener in Bächen.

14. **Plectonema purpureum** Gom. (Fig. 297). — Fäden vielfach gebogen, zu schwarzpurpurnen Büscheln vereinigt. Scheinverzweigungen reichlich, einzeln oder zu zweien. Scheiden farblos, dick, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 3 μ breit, 1—2,3 μ lang, rötlich. Endzelle abgerundet. — In Quellen.

Fig. 297. *Plectonema purpureum* (nach Gomont).

15. **Plectonema carneum** (Kütz.) Lemm. — Fäden dicht verflochten, zu einem rosenroten, gallertigen, dünnhäutigen Lager vereinigt. Scheinverzweigungen reichlich, einzeln oder zu zweien. Scheiden dick, manchmal außen uneben, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen an den Querwänden mit

zwei Körnchen, nicht eingeschnürt, 1,2—1,8 μ breit, 1,7—5 μ lang. Endzelle abgerundet. — Zwischen anderen Cyanophyceen an Wänden u. dgl. in Warmhäusern.

16. **Plectonema Rhenanum** Schmidle. — Fäden gerade oder gebogen, oft parallel, zu ausgebreiteten filzigen, grünen Lagern vereinigt. Scheinverzweigungen spärlich, einzeln. Scheiden dünn, farblos. Zellen blaugrün, an den Querwänden granuliert, nicht eingeschnürt, 6—9 μ breit, 1,3—3 μ lang. Endzelle verjüngt, stumpf kegelförmig. — Auf trockenem Flußsand und untergetauchten Steinen im Rhein.

17. **Plectonema tenue** Thur. (Fig. 296). — Fäden gebogen, zu lebhaft grünen, abgerundeten Büscheln vereinigt. Scheinverzweigungen reichlich, meist zu zweien. Scheiden anfangs dünn und farblos, später dick und goldgelb, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, nicht granuliert, 5—10 μ breit, 2—6 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle verjüngt, stumpf kegelförmig. — An Steinen in Bächen.

Spelaeopogon Borzi.

Fäden frei, unregelmäßig scheinverzweigt, kriechend oder auch aufsteigend, manchmal in Bündeln, torulös oder stellenweise zylin-

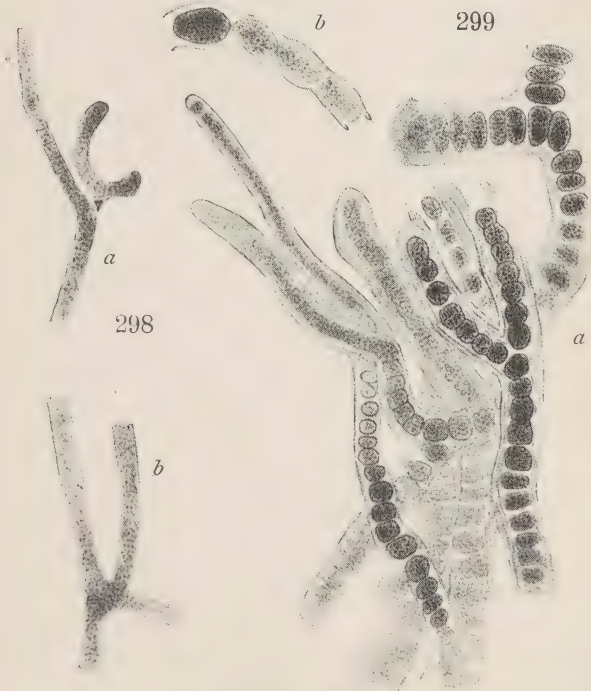


Fig. 298—299. 298 *Spelaeopogon Sommieri*, Scheinastbildung. 299 *Sp. Cavarae*. *a* Teil eines Lagers; *b* Dauerzellbildung (200×, nach Borzi).

drisch. Heterocysten spärlich, interkalar, einzeln oder fehlend. Hormocysten einzeln oder zu mehreren hintereinander, 8- bis vielzellig, mit dicker, fester Scheide. Hormogonien fehlen. Dauerzellen bei einer Art, in Reihen.

Die drei Arten sind morphologisch ziemlich verschieden. Alle leben aërophytisch an feuchten, schattigen Standorten.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Heterocysten vorhanden.
  1. Alte Fäden 8—10 μ breit. **S. Sommieri** 1.
  2. Alte Fäden 16—18 μ breit. **S. Cavarae** 2.

II. Heterocysten fehlen. **S. lucifugus** 3.

1. **Spelaeopogon Sommieri** Borzi (Fig. 298). — Lager weit ausgebreitet, blaugrün. Niederliegende Fäden torulös, zu kriechenden Bündeln vereinigt, dicht verschlungen, 8—10 μ breit, mit dünner, farbloser Scheide. Heterocysten eiförmig-kugelig, 6—9 μ groß. Hormocysten länglich-gerade, 8—10zellig, mit dicker, olivenbrauner Scheide. — Zwischen Moosen in Höhlen auf den Inseln Lampedusa und Gozo.

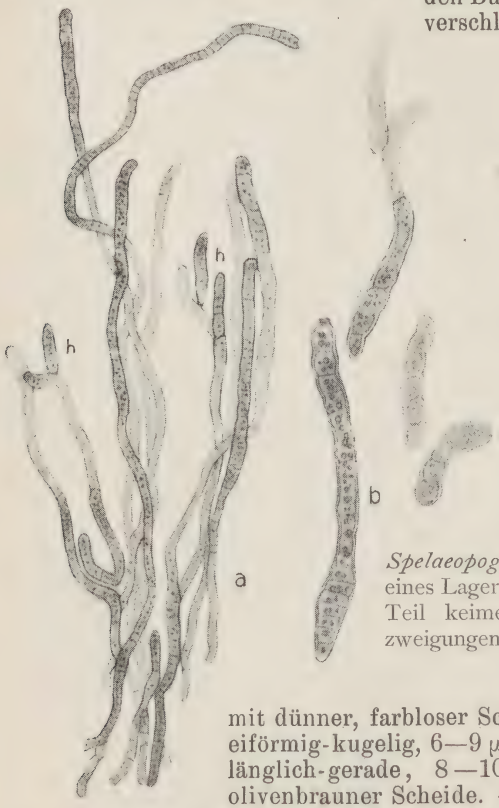


Fig. 300.

Spelaeopogon lucifugus. *a* Teil eines Lagers; *b* Hormocysten, zum Teil keimend; *c*, *d* Scheinverzweigungen (200×, nach Borzi).

2. **Spelaeopogon Cavarae** Borzi (Fig. 299). — Lager weit ausgebreitet, fleischig, schmutzig blaugrün bis gelblich olivenfarben. Fäden dicht verschlungen, lang, kriechend, die ältesten torulös und 16—18 μ breit, die jüngsten 6—8 μ breit, mit dicken, geschichteten Scheiden. Zellen kugelig, ellipsoidisch

oder tonnenförmig, in den jungen Fäden kurz zylindrisch. Heterocysten spärlich. Hormocysten verschieden lang, aus den torulösen Fäden entstehend, mit fester, brauner Scheide. Dauerzellen 16—20 μ breit, tonnenförmig, in Reihen gebildet, mit dicker, brauner Wand. — Auf feuchten Steinen in Sizilien.

3. **Spelaeopogon lucifugus** Borzi (Fig. 300). — Fäden in 1 bis 2 cm hohen oder noch höheren Büscheln, gewunden, zum größten Teil torulös, von der Basis bis zur Spitze leicht verjüngt. Zellen 6—8 μ breit, so lang wie breit oder länger als breit, kugelig, länglich oder tonnenförmig. Scheiden nicht geschichtet, dünn oder in den älteren Teilen ziemlich dick. Heterocysten fehlend. Hormocysten verschieden lang, unregelmäßig gebogen, vielzellig, braun. — An feuchten, schmutzigen Mauern in Sizilien.

Die Art der Scheinverzweigung erinnert oft stark an die echte Verzweigung und an die V-Verzweigung (Fig. 300 *d*).

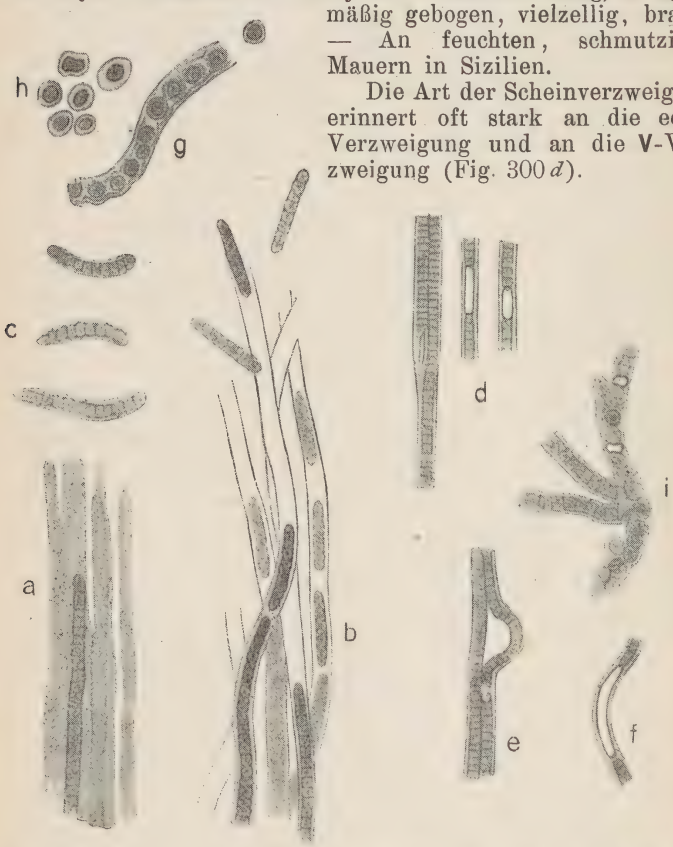


Fig. 301. *Seguenzaea Sicula.* *a* Oberer Teil eines Lagers; *b* Hormogonienbildung; *c* keimende Hormogonien; *d—f* Detailbilder der Fäden; *g* Gonidienbildung; *h* freie Gonidien; *i* nicht freigewordene, keimende Gonidien (200×, nach Borzi).

Seguenzaea Borzi.

Trichome spärlich scheinverzweigt; Scheinverzweigungen einzeln oder zu zweien. Fäden von zweierlei Art: die einen kriechend

und torulös, einen hinfälligen Hypothallus bildend, die anderen aufrecht, zylindrisch, sehr lang, parallel in dichten Bündeln vereinigt. Scheiden eng, nicht geschichtet. Heterocysten interkalar. Hormogonien zu mehreren hintereinander, aus den jüngsten Fäden gebildet, 8—10zellig. *Chroococcaceen*-Stadium (Gonidien) aus einzelnen isolierten Zellen mit dicker Hülle bestehend, mit Dauerzellfunktion.

Einzige Art:

Seguenzaea Sicula Borzi (Fig. 301). — Primäre Fäden 12 bis 14 μ breit, sekundäre Fäden 7—8 μ breit. Heterocysten oft sehr lang (Fig. 301 *d*, *f*). Gonidien (mit Hülle?) 14—15 μ groß. — Zwischen Moosen an feuchten Felsen in der Umgebung von Messina.

Diplonema Borzi.

Trichome in regelmäßigen Abständen wiederholt fast dichotom scheinverzweigt; Scheinverzweigungen einzeln. Fäden radial ausstrahlend, liegend, in den älteren Teilen dick, torulös und geschlängelt, gegen die Enden zu allmählich verjüngt, zylindrisch und gerade. Scheiden der älteren Fadenteile dick und geschichtet, in den jüngeren Teilen dünn. Heterocysten spärlich, einzeln, interkalar, oft an der Basis der Scheinverzweigungen. *Chroococcaceen*-Stadium aus den ältesten Fadenteilen gebildet. Hormogonien aus den Enden der Fäden.

Einzige Art:

Diplonema rupicola Borzi (Fig. 302). — Lager klein, dünn, gelblich. Scheiden bräunlich. Alte Fäden 8—10 μ breit, junge

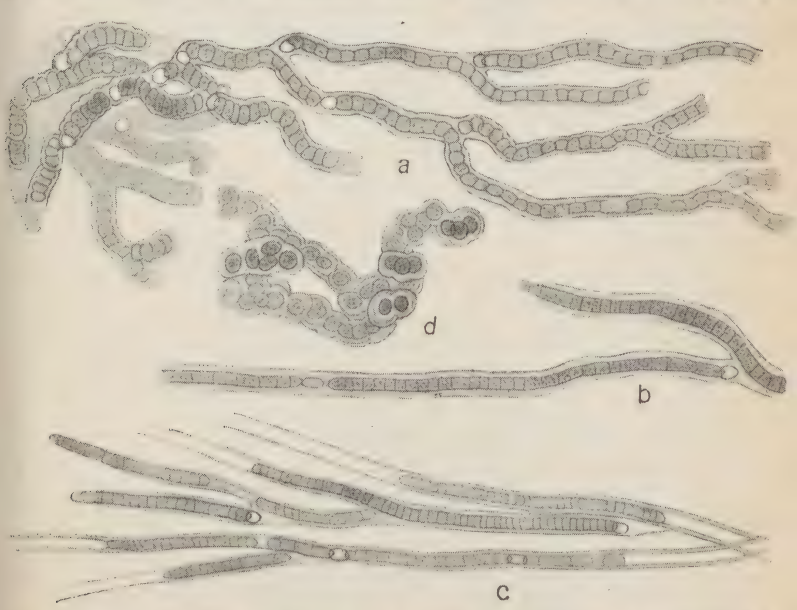


Fig. 302. *Diplonema rupicola*. *a* ältester, *b* jüngerer, *c* jüngster Teil eines Lagers (*c* mit Hormogonienbildung); *d* *Chroococcaceen*-Stadium (200× nach Borzi).

Fäden 3,5—4 μ breit. — An feuchten Felsen und Mauern in der Umgebung von Messina.

Die keimenden Hormogonien nehmen einen geschlängelten Verlauf und bilden an einem Ende eine terminale Heterocyste.

Tolypothrix Kütz.

Trichome verschieden gewunden, oft aufrecht und in Büscheln, scheinverzweigt; Scheinverzweigungen einzeln, sehr selten paarweise. Aufbau oft sympodial. Scheiden fest, dünn oder ziemlich dick. Heterocysten interkalar, oft in Reihen, häufig an der Basis der Scheinverzweigungen. Hormogonien aus den Enden der Fäden gebildet. Dauerzellen einzeln oder zu mehreren, oft fehlend.

Selten lassen sich paarweise Scheinverzweigungen beobachten (*T. campylonemoides*, *T. lanata*). Da es *Scytonema*-Arten gibt, die nur spärlich paarweise Scheinverzweigungen besitzen, ist die Abgrenzung der beiden Gattungen nicht immer leicht.

Bei *T. conglutinata*, *T. Bouteillei* und *T. campylonemoides* können kurze Seitenäste abfallen und der Vermehrung dienen. Sie können als Hormocysten aufgefaßt werden, die sich morphologisch nicht von den vegetativen Fäden unterscheiden.

Einige Arten sind Wasserbewohner, andere leben aërophytisch. Meistens sind die Lager büschel- oder polsterförmig. *T. distorta* var. *penicillata* bildet im fließenden Wasser oft lange, pinselförmige Lager. Die gleiche Lagerform tritt auch in der biologisch ähnlichen Wellenschlagszone von Seen und Teichen auf. *T. lanata* und *T. tenuis* sitzen an Steinen oder Wasserpflanzen fest, können sich aber auch losreißen und flottieren dann frei im Wasser. Manche Arten sind an den Trichomenden etwas verbreitert, die Zellen werden länger und die Endzelle ist fast kugelig vorgewölbt (Fig. 306 *e*). Die Farbe dieser Zellen ist meist blaß orange bis rosa, die Endzelle selbst oft vakuolisiert[1]). Die Bildung läßt sich wohl mit den Haaren der *Rivulariaceen* vergleichen, da die Zellen in beiden Fällen durch den Schwund der Assimilationspigmente und durch Teilungsunfähigkeit charakterisiert sind. Doch ist das Aussehen sehr verschieden, so daß rein morphologisch von Haaren nicht gesprochen werden kann.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Scheiden ziemlich dünn, außer in den ganz alten Fadenteilen nicht dicker als 2 μ.

1. Wasserbewohner.

A. Scheiden fest.

a) Zellen quadratisch oder länger als breit.

α) Fäden (4—)6—10 μ breit. **T. tenuis** 1.

β) Fäden 9—18 μ breit. **T. lanata** 2.

b) Zellen quadratisch oder kürzer als breit.

α) Fäden 9—10 μ breit. **T. rivularis** 3.

β) Fäden 10—17(—28) μ breit. **T. distorta** 4.

1) Ähnliches zeigen auch manche *Scytonema*- und *Microchaete*-Arten.

c) Zellen quadratisch oder kürzer oder länger als breit.
α) Fäden 8—17 μ breit, Lager festsitzend, pinselförmig. **T. distorta** var. **penicillata** 4.
β) Fäden 15—17 μ breit, Lager freischwimmend, polsterförmig. **T. polymorpha** 5.

B. Scheiden schleimig, außen uneben. **T. helicophila** 6.

2. Auf feuchter Erde, feuchten Felsen, Baumstämmen u. dgl.

A. Fäden frei.

a) Zellen kürzer als breit, nur selten etwas länger als breit.
α) Fäden 5—7 μ breit. **T. Bouteillei** 7.
β) Fäden 9—18 μ breit.
* Lager häutig. **T. campylonemoides** 8.
** Lager polsterförmig.
† Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, Trichome 9—12 μ breit. **T. byssoidea** 9.
†† Zellen 1—$^1/_3$ mal so lang als breit, manchmal etwas länger als breit, Trichome 7—11 μ breit. **T. Rechingeri** 10.
γ) Fäden 15—25 μ breit. **T. Ravenelii** 11.

b) Zellen immer länger als breit, Fäden 4—8 μ breit, verkalkt. **T. calcarata** 12.

B. Fäden zu aufrechten Bündeln vereinigt.

a) Zellen quadratisch oder kürzer als breit. **T. distorta** var. **symplocoides** 4.
b) Zellen länger als breit. **T. fasciculata** 13.

II. Scheiden sehr dick.

1. Wasserbewohner.
A. Fäden 14—18 μ breit. **T. limbata** 14.
B. Fäden 5—6 μ breit. **T. Setchellii** 15.

2. Auf feuchter Erde, feuchten Felsen u. dgl.

A. Scheiden nicht geschichtet.
a) Lager purpurn bis schwarz-braun. **T. rupestris** 16.
b) Lager blaugrün bis braun. **T. conglutinata** 17.

B. Scheiden geschichtet.
a) Fäden 14,5—18 μ breit. **T. arenophila** 18.
b) Fäden 25—27 μ breit. **T. crassa** 19.

1. **Tolypothrix tenuis** Kütz. — Lager flockig-büschelig, seltener polsterförmig, blaugrün bis braun, anfangs festsitzend, später freischwimmend. Fäden bis 2 cm lang, 8—10, in der Jugend 4—6 μ breit, reichlich scheinverzweigt, an den Querwänden schwach eingeschnürt, mit aufrecht abstehenden Scheinverzweigungen. Zellen meist 5—8 μ breit, so lang wie breit oder etwas länger als breit, blaugrün bis olivengrün. Scheiden eng, dünn, farblos oder gelb. Heterocysten zu 1—5, rundlich. — In stehenden, seltener in langsam fließenden Gewässern, häufig am Ufer von Seen.

Manchmal werden *Aegagropila*-artige Lager gebildet.

var. *Wartmanniana* (Kütz.) Hansg. — Fäden 6—9 μ breit, dicht verflochten. Zellen 1—2 mal so lang als breit. Heterocysten oft einzeln. — In stehenden Gewässern.

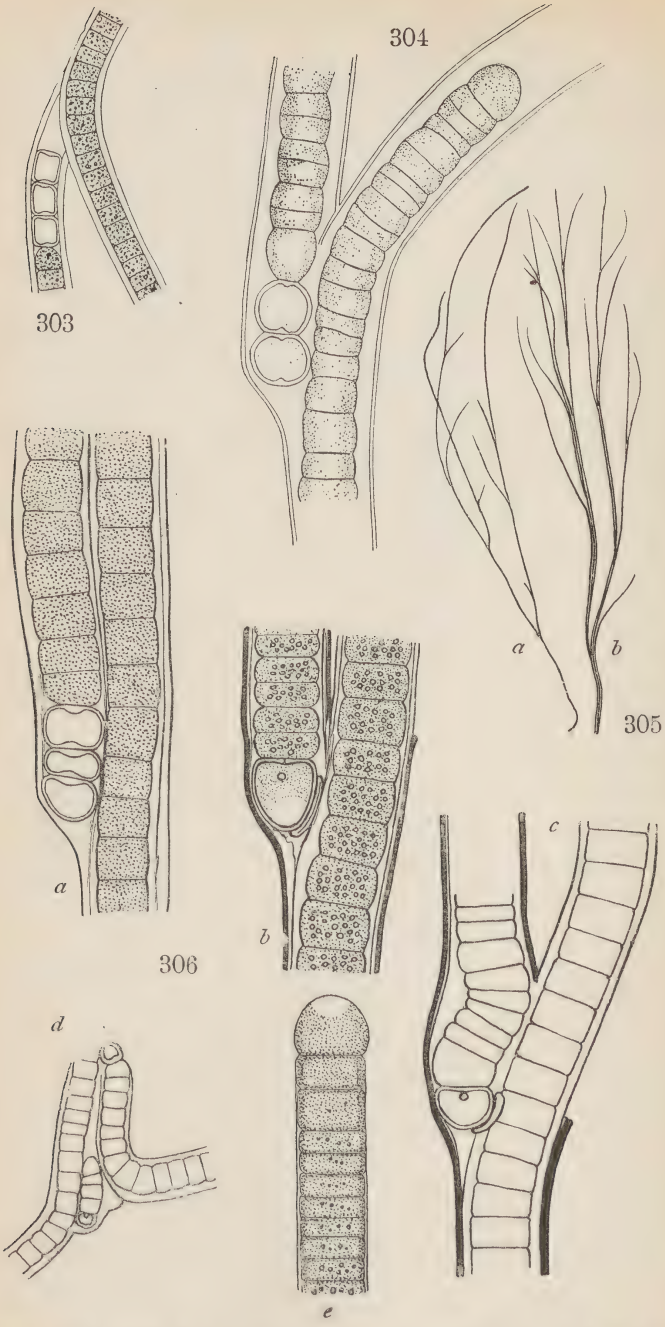


Fig. 303—306. 303 *Tolypothrix lanata* (nach West). 304 *T. distorta* (nach Tilden). 305 *T. distorta* var. *penicillata*. *a* jüngere, *b* ältere

Zwischen dieser Art und der folgenden kommen Übergänge vor. Es ist aber fraglich, ob sich daraus eine Vereinigung der beiden Arten, wie sie Lemmermann vornimmt, rechtfertigen läßt.

2 **Tolypothrix lanata** Wartm. (Fig. 303). — Lager flockig-büschelig, seltener polsterförmig, blaugrün bis braun. Fäden bis 2 cm lang, 9—13 μ, seltener bis 18 μ breit, reichlich scheinverzweigt, mit aufrecht abstehenden Scheinästen. Zellen meist 10 μ breit, an den Querwänden schwach eingeschnürt, fast quadratisch oder länger als breit, blaugrün. Scheiden dünn, farblos oder gelb. Heterocysten zu 1—4, meist zylindrisch. — In stehenden, seltener in langsam fließenden Gewässern, anfangs festsitzend, später freischwimmend.

Die Art variiert sehr stark und ist durch Übergangsformen mit *T. tenuis* verbunden.

3. **Tolypothrix rivularis** Hansg. — Lager häutig-fleischig, schmutzig grün oder rotbraun, 1—3 mm dick, oft weit ausgebreitet. Fäden 9—10 μ breit, gerade oder ± gekrümmt, oft spärlich verzweigt, mit in spitzem Winkel und oft fast parallel verlaufenden Scheinverzweigungen. Zellen fast quadratisch oder bis $^1/_3$ mal so lang als breit, 6—9 μ breit, schmutzig-grün; Endzellen oft gelb-rosa. Scheiden eng, dünn, farblos. Heterocysten einzeln, ellipsoidisch, fast halbkugelig oder fast quadratisch. — In Sümpfen.

4. **Tolypothrix distorta** Kütz. (Fig. 304). — Lager büschelig-rasenförmig, flockig oder polsterförmig, blaugrün bis braun. Fäden reichlich scheinverzweigt, bis 3 cm lang, 10—15 μ breit, mit meist aufrecht abstehenden Scheinverzweigungen. Scheiden eng, dünn, anfangs farblos, später braun. Zellen 9—12 μ breit, quadratisch oder kürzer als breit, an den Querwänden leicht eingeschnürt. Heterocysten einzeln oder zu 2—3, fast kugelig bis zylindrisch. — In stehenden, seltener in langsam fließenden Gewässern.

var. *penicillata* (Ag.) Lemm. (Fig. 305, 306). — Lager büschelig-pinselförmig, flutend, mehrere Zentimeter lang oder polsterförmig, blaugrün, olivengrün bis braun. Fäden 8—17 μ breit, reichlich scheinverzweigt, mit meist ± anliegenden, parallelen Scheinverzweigungen. Scheiden dünn oder in den älteren Teilen ziemlich dick, anfangs farblos, später gelbbraun. Zellen 4—13 μ breit, so lang wie breit, oder meist kürzer, seltener länger als breit, tonnenförmig oder zylindrisch und an den Querwänden schwach eingeschnürt, blaugrün bis olivengrün. Endzellen orange bis rosa. Heterocysten zu 1—4. — In schnellfließenden Gewässern, in der Wellenschlagszone von Seen und Teichen.

In alten Lagern sind häufig die Scheinverzweigungen auf weite Strecken mit den Hauptfäden verwachsen (Fig. 305 *b*). Die Lagerform ist außerordentlich stark abhängig von der Wasserbewegung.

Fäden (ca. 15×, Original). 306 *T. distorta* var. *penicillata*. *a*—*d* verschiedene Typen der Scheinverzweigungen; *e* Fadenende (*a*—*c*, *e* 900×, *d* 300×, Original).

Mit dieser Varietät ist wohl *T. brevicellularis* A. Brocker Klugh identisch.

var. *symplocoides* Hansg. — Fäden zu aufrechten, dunkel bis schwärzlich blaugrünen, *Symploca*-artigen Bündeln vereinigt. — Auf Brettern, Blumentöpfen, Erde u. dgl. in Warmhäusern.

var. *Samoensis* Wille. — Lager filzig-polsterförmig, blaugrün oder olivengrün; Scheiden geschichtet, farblos oder gelbgrünlich; Fäden 14—28 μ breit; Trichome 10—18 μ breit; Zellen tonnenförmig, ebenso lang wie breit oder länger, an den Enden der Zweige bis $^1/_4$mal so lang als breit; Heterocysten meist quadratisch-abgerundet oder $^1/_2$ mal so lang als breit, immer einzeln. Verzweigungen einzeln, sehr selten zu zweien, spärlich. — An Felsen in Flüssen, Samoa-Inseln.

5. **Tolypothrix polymorpha** Lemm. — Fäden zu einem freischwimmenden, blaugrünen bis braunen, polsterförmigen Lager vereinigt, 15—17 μ breit. Scheiden fest, farblos, aus einer sehr zarten äußeren und einer kräftigen inneren Schichte bestehend. Zellen 12—13 μ breit, quadratisch oder kürzer als breit, seltener länger, an den Querwänden leicht eingeschnürt. Heterocysten quadratisch, rundlich oder zylindrisch, meist zu 4—7, seltener zu 3. — In stehenden Gewässern.

6. **Tolypothrix helicophila** Lemm. — Fäden zu kleinen, festsitzenden Rasen vereinigt, reichlich scheinverzweigt, 7 bis 11 μ breit. Scheiden schleimig, außen wellig-uneben, farblos. Zellen 4—5 μ breit, quadratisch oder kürzer oder länger als breit, an den Querwänden kaum eingeschnürt. Heterocysten einzeln, meist zylindrisch, seltener fast quadratisch. — An Schneckenschalen und Wasserpflanzen in stehenden Gewässern.

7. **Tolypothrix Bouteillei** (Bréb. et Desmaz.) Lemm. — Fäden zu einem rundlichen, schwarzbraunen Lager vereinigt, mit leicht sich ablösenden Scheinästen (Hormocysten), 5—7 μ breit. Scheiden dünn, eng, farblos oder goldgelb. Zellen 4—5 μ breit, tonnenförmig, etwas kürzer als breit. Heterocysten einzeln. — An feuchten Felsen.

8. **Tolypothrix campylonemoides** Ghose (Fig. 307). — Lager schmutzig bräunlich-blaugrün, dünn, häutig. Fäden gekrümmt, 10—12 μ breit, spärlich scheinverzweigt. Scheinverzweigungen einzeln, selten zu zweien, kurz. Scheiden dünn, anfangs farblos, später gelb bis braun. Zellen 8—10 μ breit, tonnenförmig, kürzer als breit. — Auf Stämmen von *Acacia modesta* in Lahore.

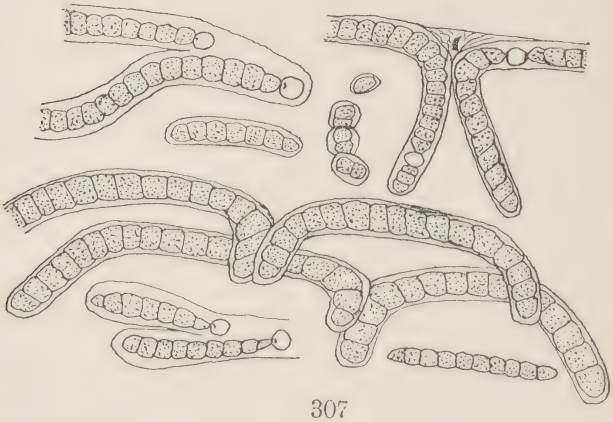
Die Art bietet ein ziemlich abweichendes Aussehen und erinnert stark an *Campylonema*. — Ganze Zweige lösen sich ab und funktionieren als Hormocysten.

9. **Tolypothrix byssoidea** (Berk.) Kirchn. (Fig. 308). — Lager polsterförmig, braun. Fäden unregelmäßig scheinverzweigt, 10—18 μ breit. Scheiden dünn, eng, manchmal etwas runzelig und gestreift, goldgelb bis braun. Zellen 9—12 μ breit, tonnenförmig, $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit. Heterocysten einzeln oder zu zweien. Dauerzellen meist in Reihen, ellipsoidisch,

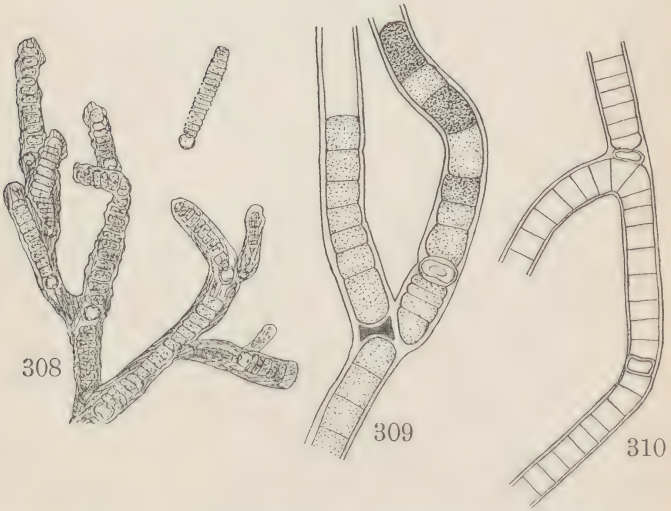
länger als die vegetativen Zellen, gelblichgrün. — Auf feuchten Felsen, Baumstämmen u. dgl.

Frémy erwähnt Hormogonien (Fig. 308, rechts oben), die eine terminale Heterocyste besitzen. Offenbar handelt es sich um die ersten Keimungsstadien.

10. **Tolypothrix Rechingeri** (Wille) Geitler (= *Hassalia Rechingeri* Wille) (Fig. 309). — Lager weich-polsterförmig, bräunlich olivengrün. Scheinverzweigungen im basalen Teil des Lagers, einzeln. Fäden aufrecht, 1—2 mm lang, 10—16 μ breit, mit dünnen, farblosen oder gelben, zerbrechlichen Scheiden.



307



308 309 310

Fig. 307—310. 307 *Tolypothrix campylonemoides* (250×, nach Ghose). 308 *T. byssoidea*, rechts oben ein keimendes Hormogonium (?) (nach Frémy). 309 *T. Rechingeri*. 310 *T. Rechingeri f. saxicola* (beide 460×, nach Wille).

Zellen 7—11 μ breit, wenig länger als breit oder bis $^1/_3$mal so lang als breit, blaugrün oder violett. Heterocysten rund, etwas abgeflacht oder fast quadratisch. — Auf Baumrinden und Dächern, Samoa-Inseln.

f. *saxicola* (Wille (Fig. 310). — Fäden 9—10 μ breit Zellen 8 μ breit; Scheinverzweigungen sehr spärlich. Lager grün. — An Felsen in einem Wasserfall und in Wäldern, Samoa-Inseln.

11. **Tolypothrix Ravenelii** Wolle. — Lager goldgelb. Fäden 15—25 μ breit, mit langen Scheinverzweigungen. Zellen so lang wie breit oder bis $^1/_2$mal so lang als breit, gelb oder rötlich. Scheiden gelbbraun. Heterocysten meist einzeln, länglich. — Auf feuchtem Boden.

12. **Tolypothrix calcarata** Schmidle. — Fäden zu vielfach verschlungenen, lockeren, mikroskopisch kleinen Geweben vereinigt, stark mit Kalk inkrustiert, 4—8 μ breit. Scheiden eng, anfangs farblos, oft etwas schleimig, später gelbbraun, fest, manchmal etwas verdickt. Zellen 3—6 μ breit, immer länger als breit, zylindrisch, an den Querwänden leicht eingeschnürt. Heterocysten lang ellipsoidisch oder zylindrisch, einzeln. — Am Rand stark kalkhältiger Quellen.

13. **Tolypothrix fasciculata** Gom. — Fäden zu aufrechten, bis 1 mm hohen, schwarzbraunen Bündeln vereinigt, reichlich scheinverzweigt, 8—10 μ breit, an der Basis kriechend und gewunden. Scheiden dünn, eng, farblos oder gelbbraun. Zellen 8 μ breit, blaugrün, länger als breit, zylindrisch, an den Enden kürzer als breit und tonnenförmig, 4—18 μ lang. Heterocysten einzeln oder zu zweien. — An feuchten Felsen.

14. **Tolypothrix limbata** Thur. — Lager flockig-büschelig, blaugrün. Fäden 2—3 mm lang, 10—15 μ breit, wiederholt scheinverzweigt. Scheiden farblos oder gelbbraun, dick, geschichtet, außen schleimig. Zellen 5,5—9 μ breit, tonnenförmig, so lang wie breit oder länger als breit. Heterocysten einzeln oder zu zweien. — In stehenden und fließenden Gewässern an Steinen.

15. **Tolypothrix Setchellii** Coll. — Fäden einzeln oder parallel zu einem 7—10 mm dicken Lager vereinigt, gekrümmt, reichlich scheinverzweigt, 5—6 μ breit. Scheiden dick, schleimig, farblos oder gelb. Zellen 4 μ breit, tonnenförmig, so lang wie breit, blaß blaugrün. Heterocysten zusammengedrückt. — In stehenden Gewässern.

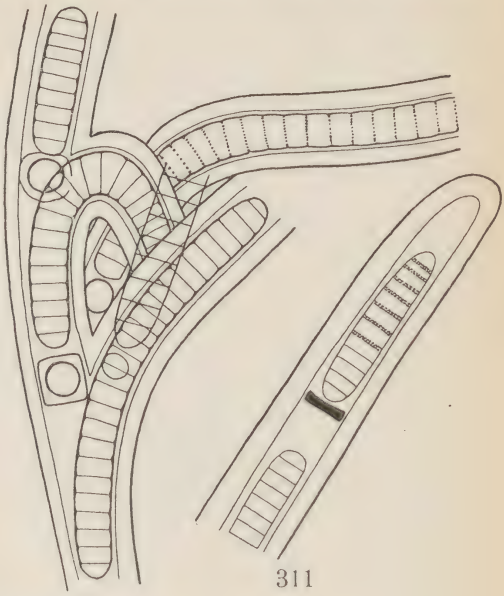
16. **Tolypothrix rupestris** Wolle. — Lager weit ausgebreitet, schleimig, rötlich, purpurn bis schwarz. Fäden 12—15 μ breit, leicht verschlungen, reichlich scheinverzweigt. Scheiden dick, farblos oder gelb. Zellen so lang wie breit oder bis doppelt so lang als breit, 8—10 μ breit, blaugrün. Heterocysten zu 2—3, kugelig oder länglich. — An feuchten Felsen.

17. **Tolypothrix conglutinata** Borzi (Fig. 311). — Fäden dicht miteinander verflochten, unregelmäßig gekrümmt, zu einem schleimig-krustenförmigen, blaugrünen bis braunen Lager vereinigt, 14—18 μ breit. Scheiden dick, stellenweise erweitert, farblos. Zellen 8—10 μ breit, kürzer als lang. Heterocysten kugelig, einzeln. — An feuchten Felsen.

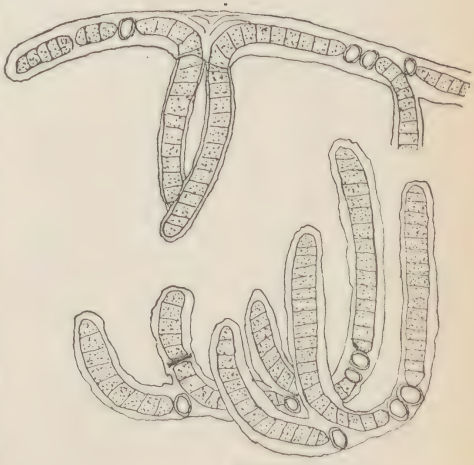
var. *colorata* Ghose (Fig. 312). — Scheiden gelbbraun; Lager flockig, nicht schleimig. — An feuchten Felsen und auf Wurzeln von Bäumen in Indien.

18. **Tolypothrix arenophila** W. et G. S. West. — Lager häutig, gelb. Fäden dicht verflochten, gekrümmt, an den Enden verjüngt 14,5—15—(18 μ) breit. Scheinverzweigungen spärlich, kurz, den Hauptfäden anliegend. Scheiden dick, fest, geschichtet, gelb bis braun. Zellen 5,5 μ breit, $1^1/_4$—$2^1/_4$ mal so lang als breit, blaugrün. Heterocysten einzeln, zylindrisch, $1^1/_2$ mal so lang als breit. — Auf feuchtem Sandboden.

19. **Tolypothrix crassa** W. et G. S. West. — Lager dick, schwammig, schwarzgrün, Fäden 25—27 μ breit, dicht verschlungen, spärlich verzweigt, mit kurzen Scheinverzweigungen. Scheiden sehr dick, fest, deutlich geschichtet, schmutzig gelb. Zellen fast quadratisch oder doppelt so lang als breit, 11,5—14,5 μ breit, blaugrün. Heterocysten einzeln, fast quadratisch oder länglich. — Auf sumpfigem Boden.



311



312

Fig. 311, 312. 311 *Tolypothrix conglutinata* (500×, nach Fritsch). 312 *T. conglutinata* var. *colorata* (250×, nach Ghose).

Petalonema Berkeley.

Fäden frei, verschieden gewunden, niederliegend oder aufrecht. Scheinverzweigungen meist paarweise, zwischen zwei Heterocysten

entstehend, seltener einzeln wie bei *Tolypothrix*. Scheiden fest, sehr dick, aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken zusammengesetzt, außen von einem dünnen, festen Häutchen begrenzt. Heterocysten interkalar, oft in Reihen. Hormogonien. Dauerzellen selten.

Die Abgrenzung von *Scytonema* ist künstlich und wird nur aus praktischen Gründen vorgenommen. Wie *Petalonema* besitzen auch viele *Scytonema*-Arten Scheiden, die aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken zusammengesetzt sind. Der Unterschied ist nur ein gradueller. Der Aufbau der Scheide geht wohl auf Wachstum durch Apposition neuer Schichten von innen her zurück.

Die meisten Arten sind aërophytisch und bilden krustig-polsterförmige Lager.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Scheiden einfarbig gelbbraun.
  1. Lager krustenförmig. **P. crustaceum** 1.
  2. Lager polsterförmig.
    α) Fäden 12—30 μ breit, zu Bündeln vereinigt. **P. velutinum** 2.
    β) Fäden 24—40 μ breit, frei. **P. densum** 3.

II. Scheiden mit inneren gelbbraunen und äußeren farblosen Schichten.
  1. Fäden 15—30 μ breit, Scheiden nicht quergestreift. **P. involvens** 4.
  2. Fäden 24—66 μ breit, Scheiden quergestreift. **P. alatum** 5.

1. **Petalonema crustaceum** (Ag.) Kirchn. (Fig. 313). — Lager schwarz, krustenförmig, $^1/_2$—2 mm dick. Fäden 15—30 μ breit, kurz, aufrecht, dicht gedrängt, reichlich scheinverzweigt. Scheinverzweigungen zu zweien, ziemlich kurz, an der Basis

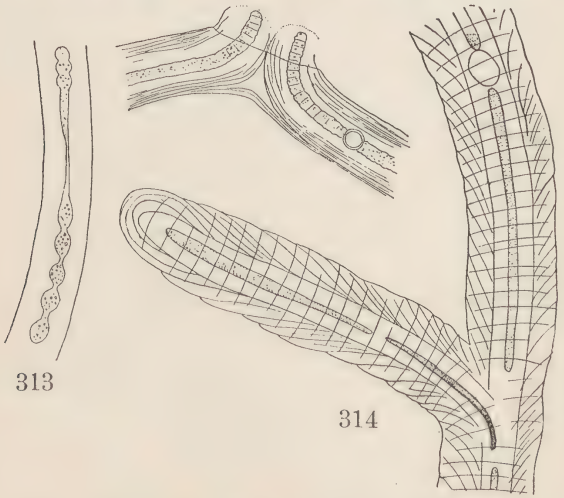


Fig. 313—314. 313 *Petalonema crustaceum* (nach Kützing). 314 *P. densum* (nach Kützing).

miteinander verwachsen. Scheiden gelbbraun. Zellen 6—8 μ breit, blaugrün, fast quadratisch oder deutlich kürzer als breit. Heterocysten länglich. — An feuchten Felsen.

var. *incrustans* (Kütz.) Mig. — Scheinverzweigungen nicht nur an der Basis, sondern der ganzen Länge nach miteinander verwachsen. Dauerzellen kugelig oder ellipsoidisch, mit brauner Wand. — Zwischen Moosen, auf feuchter Erde u. dgl.

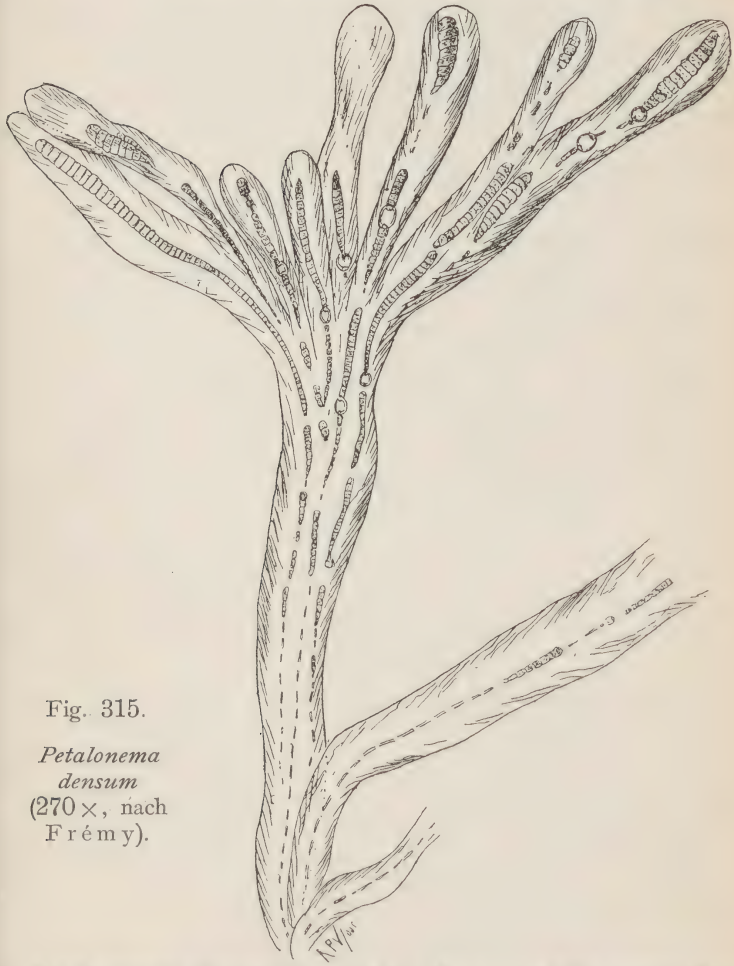


Fig. 315.

Petalonema densum (270×, nach Frémy).

2. **Petalonema velutinum** (Rabh.) Mig. — Lager polsterförmig, weit ausgebreitet, schwarzbraun, 3—5 mm hoch. Fäden 12—30 μ breit, zu aufrechten Bündeln vereinigt, an der Spitze leicht verdickt. Scheiden schleimig, gelbbraun, außen uneben. Zellen 9—15 μ breit, blaugrün, tonnenförmig, kürzer als breit. Heterocysten zusammengedrückt. — Auf feuchter Erde, in der Nähe von Thermen.
3. **Petalonema densum** (A. Br.) Mig. (Fig. 314, 315). — Lager dicht-polsterförmig, schwarzbraun. Fäden verflochten, bis 1 mm

lang, 24—40 μ breit. Scheinverzweigungen aufrecht, den Hauptfäden angedrückt. Scheiden gelbbraun, in der Jugend blaßgelb, gallertig. Zellen 6—12 μ breit, so lang wie breit oder länger als breit. Heterocysten fast quadratisch. — An feuchten Felsen.

Fig. 316. *Petalonema alatum* (nach Hone). Das Trichom ist kontrahiert.

4. **Petalonema involvens** (A. Br.) Mig. — Lager gallertig-schwammig, dick, schmutzig blaugrün bis braun. Fäden dicht verflochten, 15—30 μ breit. Scheiden innen gelbbraun, außen farblos und uneben. Scheinverzweigungen aufrecht, den Hauptfäden anliegend. Zellen 6—12 μ breit, fast quadratisch oder kürzer oder länger als breit, blaugrün. Heterocysten fast kugelig oder länglich. — An Wasserpflanzen in Sümpfen.

5. **Petalonema alatum** Berk. (Fig. 316). — Lager schleimig-rasenförmig, schwarzbraun. Fäden 24—66 μ breit, 4—8 mm lang, gewunden. Scheinverzweigungen kurz. Scheiden innen gelbbraun, außen farblos und ± uneben, mit quergestreiften Schichten. Zellen 9—15 μ breit, kürzer als breit, blaugrün, tonnenförmig. Heterocysten ± kugelig. — In fließenden und stehenden Gewässern, auch an feuchten Felsen.

Die Beschaffenheit der Scheide wechselt ziemlich stark, was zur Aufstellung mehrerer Varietäten geführt hat.

Scytonema Ag.

Fäden frei, verschieden gewunden, niederliegend oder aufrecht. Scheinverzweigungen meist zu zweien, zwischen zwei Heterocysten entstehend, ± parallel laufend oder sich überkreuzend, manchmal als Schlinge entwickelt. Scheiden fest, geschichtet. Schichten parallel oder divergierend, d. h. aus tutenförmig ineinandersteckenden Stücken bestehend, die aber nie die Mächtigkeit und Deutlichkeit wie bei *Petalonema* erreichen, nie mit einem festen Außenhäutchen. Heterocysten interkalar, oft in Reihen. Hormogonien. Dauerzellen meist fehlend.

Die Scheinverzweigung erfolgt nur selten wie bei *Tolypothrix* durch Weiterwachsen eines Trichomendes bei einer Heterocyste. Meistens tritt zwischen zwei Heterocysten das Trichom seitlich aus; dabei kann eine Schlinge entstehen (Fig. 320) oder es erfolgt frühzeitig ein Durchreißen, so daß ± parallele Äste gebildet werden (Fig. 322). Manchmal wachsen an einer Heterocyste oder an einer abgestorbenen Zelle die Trichomenden aneinander vorbei, so daß eine X-förmige Verzweigung entsteht (Fig. 319 *b*, *c*). Manche Arten zeigen alle Verzweigungstypen, bei anderen scheint der eine oder andere Typus ziemlich konstant zu sein.

Die Gestalt der Zellen ist bei ein und derselben Form meist sehr wechselnd; so können die Zellen bald tonnenförmig, bald an den Querwänden kaum eingeschnürt sein (Fig. 319 *a*, *e*).

Die Enden der Trichome sind bei den meisten Arten verbreitert, die Endzellen fast kugelig angeschwollen, rosa und ± vakuolisiert (Fig. 317, 319 *d*, 325 *b*), ganz ähnlich, wie dies auch bei *Tolypothrix* vorkommt.

Die Arten leben in stehenden oder fließenden Gewässern oder aërophytisch. In Thermen wächst *Sc. mirabile* var. *Leprieurii* und *Sc. caldarium*.

Eigentümlich verhält sich *Sc. Julianum*, das auf Erde, an Blumentöpfen und Mauern in Warmhäusern lebt. Die Fäden stehen frei in die Luft hinaus, die Scheiden sind mit kleinen Kalkplättchen inkrustiert. Durch Kombination der Eigenfarbe der lebhaft blaugrünen Trichome mit dem weißlichen Glitzern der Kalkplättchen entsteht die eigentümlich graugrünliche, an *Penicillium crustaceum* erinnernde Färbung der Rasen, die oft ziemlich auffallende Überzüge bilden. Daß der Kalk aus der Luft aufgenommen wird, wie Lemmermann glaubt, ist wohl nicht vorstellbar.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Scheiden nicht geschichtet oder mit parallelen Schichten.
  1. Fäden zu aufrechten Bündeln vereinigt.
    A. Lager nicht netzförmig durchbrochen.
      a) Lager weißlich-graugrün, *Penicillium*-artig. **Sc. Julianum** 1.
      b) Lager anders gefärbt.
        α) Fäden 25—29 (—33) μ breit. **Sc. insigne** 2.
        β) Fäden 15—21 μ breit. **Sc. intertextum** 3.
        γ) Fäden schmäler, bis 16 μ breit.

* In Thermen. **Sc. caldarium** 4.
** Nicht in Thermen.
† aërophytisch.
X Zellen bis 6 μ breit. **Sc. Hofmanni** 5.
XX Zellen 9—12 μ breit.
Sc. Javanicum 6.
†† submers lebend. **Sc. Arcangelii** 7.
B. Lager netzförmig durchbrochen. **Sc. Hansgirgianum** 8.
2. Fäden nicht zu aufrechten Bündeln vereinigt.
A. Fäden ± verkalkt.
a) Zellen fast so lang wie breit oder etwas länger.
Sc. Simmeri 9.
b) Zellen $^1/_3$—$^1/_5$ mal so lang als breit.
α) Fäden 9—18 μ breit. **Sc. obscurum** 10.
β) Fäden 20—31 μ breit. **Sc. chiastum** 11.
B. Lager ohne Kalkinkrustationen.
a) Submers lebend.
α) In Thermen. **Sc. azureum** 12.
β) Nicht in Thermen.
* Zellen kürzer als breit.
† Fäden 16—36 μ breit, Zellen 14—30 μ breit. **Sc. crispum** 13.
†† Fäden bis 25 μ breit, Zellen 7 μ breit.
Sc. Cookei 14.
††† Fäden bis 20 μ breit. **Sc. calcicolum** 15.
** Zellen so lang wie breit oder länger als breit[1]).
† Lager ± blaugrün. **Sc. coactile** 16.
†† Lager braun bis rotbraun. **Sc. rivulare** 17.
b) Aërophytisch.
α) Scheiden sehr dick, Fäden 19—24 μ, Trichome 3,5—4 μ breit. **Sc. amplum** 18.
β) Scheiden dünner, Trichome breiter.
* Scheiden gelatinös.
† Fäden 9—15 μ breit, Zellen quadratisch oder länger als breit. **Sc. varium** 19.
†† Fäden 16—30 μ breit, Zellen kürzer als breit. **Sc. stuposum** 20.
** Scheiden fest.
† Fäden 20—25 μ breit, Zellen länger als breit. **Sc. Wolleanum** 21.
†† Fäden 15—21 μ breit, Zellen kürzer als breit. **Sc. Millei** 22.
††† Fäden 10—18 μ breit.
X Fäden 14—16 μ breit, Zellen $1^1/_2$ bis 3 mal so lang als breit. **Sc. Samoënsis** 23.
XX Fäden 10—18 μ breit, Zellen quadratisch oder kürzer als breit. **Sc. ocellatum** 24.
II. Scheiden mit divergierenden Schichten.
1. Schichten nur wenig divergierend.
A. Zellen 6—12 μ breit. **Sc. mirabile** 25.
B. Zellen 4 μ breit. **Sc. minor** 28.

1) Nur an den Trichomenden können die Zellen scheibenförmig werden.

2. Schichten deutlich divergierend.
   A. Fäden nicht zu einem Lager vereinigt, bis 65 μ breit, Zellen scheibenförmig. **Sc. pulchrum** 26.
   B. Fäden zu einem Lager vereinigt.
      a) Fäden 40—75 μ breit. **Sc. badium** 27.
      b) Fäden schmäler.
         α) Fäden bis 15 μ breit.
            * Fäden 8—12 μ breit, Lager mit Kalk inkrustiert, festsitzend. **Sc. minor** 28.
            ** Fäden 10—15 μ breit, radial verlaufend, Lager kugelig, freischwimmend. **Sc. tolypothrichoides** 29.
         β) Fäden breiter.
            * Scheinverzweigungen spärlich, meist einzeln, submers lebend, Fäden 14—25 μ breit. **Sc. brunnea** 30.
            ** Scheinverzweigungen meist reichlich, aërophytisch, Fäden 18—36 μ breit. **Sc. myochrous** 31.

1. **Scytonema Julianum** (Kütz.) Menegh. — Fäden in ± deutlichen aufrechten Bündeln, zu einem polster- oder fast rasenförmigen, weißlich-graugrünen Lager vereinigt, stark mit Kalk inkrustiert, 7,5—12 μ breit, spärlich scheinverzweigt. Scheiden eng, fest, farblos oder gelb, in den älteren Teilen dicht mit Kalkplättchen bedeckt, nicht geschichtet. Zellen 7—9,5 μ breit, 2,5—4 μ lang, blaugrün. Heterocysten abgerundet quadratisch oder abgerundet zylindrisch.

   An Wänden, Blumentöpfen, auf Erde u. dgl. in Warmhäusern.

   Die Art ist an der charakteristischen Farbe des Lagers leicht kenntlich.

2. **Scytonema insigne** W. et G. S. West. — Lager schwammig-rasenförmig, violett bis grün oder schwarz, 4—6,5 mm hoch, polsterförmig. Fäden 25—29 μ, seltener bis 33 μ breit, in Bündeln, mit meist einzelnen, seltener paarweisen, langen, gebogenen, 16—19 μ breiten Scheinverzweigungen. Scheiden dick, farblos, parallel geschichtet. Zellen 7,5—13,5 μ breit, quadratisch oder bis 4 mal so lang als breit, tonnenförmig, blaugrün. Heterocysten quadratisch. Hormogonien (oder Hormocysten?) 100—170 μ lang, mit quadratischen Zellen, mit innen gelben Scheiden. — An feuchten Felsen in Afrika.

3. **Scytonema intertextum** (Kütz.) Rabh. — Lager ± dick, wollig, grünlich-schwarzbraun. Fäden aufrecht, bis 20 μ breit. Scheinäste in Bündeln, gebogen, dicht verflochten. Zellen 12—16 μ breit, so breit wie lang oder länger als breit. Scheiden deutlich geschichtet, gelb oder gelblich-fleischfarben, selten braun, außen stellenweise zerfasert. Heterocysten an der Basis der Scheinverzweigungen, einzeln oder zu zweien, fast kugelig oder länglich. — An feuchten Felsen, auf Erde zwischen Moosen u. dgl.

4. **Scytonema caldarium** Setch. — Lager flockig, ausgebreitet. Fäden im basalen Teil horizontal und verflochten, bis 16 μ

breit; Scheinäste meist zu zweien, aufrecht, in Bündeln. Zellen 4—8 μ breit, $^1/_2$—3 mal so lang als breit, olivengrün oder gelblich. Scheiden fest, parallel geschichtet, farblos oder gelb braun. — In Thermen.

5. **Scytonema Hofmanni** Ag. (Fig. 317). — Lager polsterförmig, 1—2 mm hoch, schwärzlich-blaugrün. Fäden in Bündeln, 7—8 μ breit, spärlich scheinverzweigt. Scheiden eng, dünn, farblos oder gelb bis gelbbraun, nicht geschichtet. Zellen 5,5—6 μ breit, 4—6 μ lang, blaugrün. Heterocysten einzeln oder zu zweien, abgerundet zylindrisch. — An feuchten Mauern, auf feuchter Erde, auch in Warmhäusern.

Fig. 317. *Scytonema Hofmanni* (250×, nach Bornet).

Die Art ist von *Sc. Julianum* schon makroskopisch gut unterscheidbar. Kalkinkrustationen fehlen. — Die Hormogonien entstehen meist zu mehreren hintereinander. Bei der Keimung treten meist in der Mitte eine oder mehrere interkalare Heterocysten auf.

6. **Scytonema Javanicum** (Kütz.) Born. — Lager polsterförmig, 2—4 mm hoch, lebhaft blaugrün bis rötlichviolett oder schwärzlich. Fäden in Bündeln, 12—15 μ breit. Scheinverzweigungen reichlich, lang, gebogen, den dünn, fest, farblos oder gelb. Zellen 9—12 μ breit, quadratisch oder kürzer als breit, olivengrün bis violett. Heterocysten fast quadratisch. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen, auch in Warmhäusern.

7. **Scytonema Arcangelii** Born. et Flah. — Lager polsterförmig, 3—4 mm hoch, ausgebreitet, grün. Fäden 12—16 μ breit, in Bündeln. Scheiden fest, farblos, dünn. Zellen scheibenförmig bis fast quadratisch, 10—14 μ breit, grünlichviolett. Heterocysten fast quadratisch. — In Quellen.

8. **Scytonema Hansgirgianum** P. Richt. — Fäden zu aufrechten Bündeln vereinigt, ein rostgelbes bis dunkelbraunes, tapetenartiges, netzförmig zerrissenes Lager bildend, 8—9 μ breit. Scheiden goldgelb bis braun, nicht geschichtet. Zellen quadratisch oder fast kugelig, 5—7,5 μ breit. — Auf Blättern von Pflanzen in Warmhäusern.

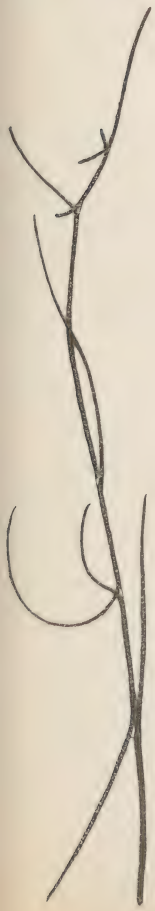
9. **Scytonema Simmeri** Schmidle. — Fäden ziemlich kurz, locker verflochten, vielfach gebogen, niederliegend, 16 μ breit, zu mikroskopisch kleinen, verkalkten Lagern vereinigt. Verzweigungen reichlich, kurz, meist zu zweien, häufig geschlossene Schleifen bildend. Scheiden dick, gelbbraun, selten farblos, mit undeutlichen, parallelen Schichten. Zellen 4 μ breit, fast so lang wie breit oder etwas länger als breit, blaugrün, an

den Querwänden manchmal deutlich eingeschnürt. Heterocysten verschieden lang, so breit wie die vegetativen Zellen oder etwas breiter, fast kugelig oder abgerundet zylindrisch. — Am Rand einer stark kalkhaltigen Quelle, fast ganz im Kalkstein eingeschlossen, in Kärnten.

10. **Scytonema obscurum** (Kütz.) Borzi. — Lager flockig, freischwimmend, selten festsitzend, stahlblau bis schwärzlich-blaugrün. Fäden 9—18 μ breit, verflochten, anfangs unverzweigt, später mit paarweisen Scheinverzweigungen. Zellen meist $^1/_3$—$^1/_5$ mal so lang als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, schmutzig blau- bis olivengrün. Scheiden gelb bis bräunlich, zum Teil mit Kalk inkrustiert. Heterocysten 12 bis 14 μ breit. — In stehenden Gewässern.

var. *terrestre* Hansg. — Fäden 9—12 μ breit; Scheiden stark mit Kalk inkrustiert. — Auf feuchter Erde.

11. **Scytonema chiastum** n. sp. (Fig. 318, 319). — Lager flockig-büschelig, schmutzig-blaugrün, olivenfabren oder braun. Fäden bis $1^1/_2$ cm lang, ziemlich gerade, meist 25—27 μ, im Alter



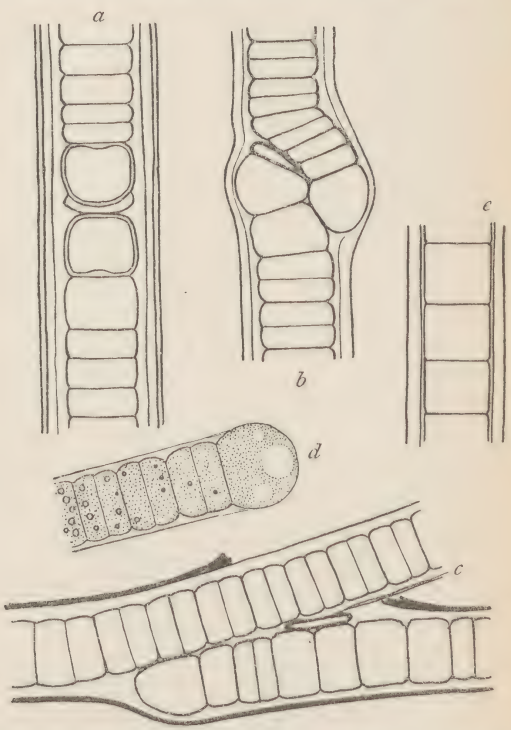


Fig. 319. *Scytonema chiastum*, *a*—*c* Fäden mit hoher, *e* Faden mit niedriger Teilungsfrequenz; *d* Fadenende; *b*, *c* Scheinverzweigungen (ca. 350×, Original).

Fig. 318. *Scytonema chiastum*, einzelner Faden, Habitusbild (ca. 10×, Original).

bis 31 μ, in der Jugend 20—25 μ breit. Scheinverzweigungen reichlich, selten einzeln, meist zu zweien und beide Scheinäste nach derselben Seite gewendet, abstehend und sich überkreuzend, oder aneinander vorbeiwachsend und fast in der Verlängerung des Hauptfadens wachsend, lang, meist dünner als die Hauptfäden und 20 μ breit. Ältere Fäden in Abständen mit größeren Kalkdrusen besetzt. Scheiden ziemlich dick, fest, parallel geschichtet, in ganz jungen Fäden farblos, sonst meist braun. Zellen kürzer als breit, meist $^1/_3$ mal so lang als breit, seltener fast quadratisch, blaugrün bis olivengrün. Heterocysten einzeln oder zu mehreren, abgerundet quadratisch bis fast kugelig. — Submers in einem hölzernen Brunnentrog nahe der Wasseroberfläche bei Lunz (Nied.-Österr.). — Wahrscheinlich weiter verbreitet.

12. **Scytonema azureum** Tilden. — Fäden 25 μ breit, gebogen. Scheinverzweigungen meist paarweise, meist wie bei *Tolypothrix* an einer Heterocyste entspringend. Scheiden dünn. Zellen 17 μ breit, meist tonnenförmig, quadratisch oder kürzer als breit, lebhaft blau-purpurn. Heterocysten kugelig oder quadratisch. — In Thermen.

13. **Scytonema crispum** (Ag.) Born. — Lager flockig-büschelig, olivenfarben bis braun. Fäden kraus, bis 3 oder mehr cm lang, mit meist paarweisen Scheinverzweigungen. Scheiden fest, farblos oder bräunlich. Zellen 14—30 μ breit, $^1/_3$ mal so lang als breit oder in alten Fäden fast so lang wie breit, blaugrün bis oliven- oder bräunlich-violett. Heterocysten abgerundet quadratisch, kurz zylindrisch oder ellipsoidisch, einzeln oder zu mehreren. — In stehenden und fließenden Gewässern, in Brunnentrögen, anfangs festsitzend, später freischwimmend; auch in Warmhausbecken.

14. **Scytonema Cookei** W. et. G. S. West. — Lager flockig, wollig-grün bis braun. Fäden lang, 25 μ breit. Zellen fast quadratisch, 7 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheinverzweigungen paarweise. Scheiden fest, geschichtet, selten farblos, meist gelb bis braun. Heterocysten länglich oder oval. — In stehendem Wasser.

15. **Scytonema calcicolum** Kuff. — Lager ausgebreitet. Fäden 15—20 μ breit. Scheiden farblos, 1—2 μ breit. Zellen 12 bis 16 μ breit, an den Querwänden schwach eingeschnürt, 4 bis 7 μ, meist 5 μ lang, blaugrün. Heterocysten ellipsoidisch oder an einer Seite etwas abgeplattet. — In fließendem, kalkhaltigem Wasser in Luxemburg.

16. **Scytonema coactile** Mont. — Lager büschelig, blaugrün, bis 15 cm im Durchmesser. Fäden 18—24 μ breit, über 4 cm lang. Scheinverzweigungen lang, aufrecht, abstehend. Scheiden fest, farblos oder gelblich. Zellen 12—18 μ breit, fast quadratisch oder etwas länger als breit, lebhaft blaugrün. Heterocysten fast quadratisch, vereinzelt. — In stehenden und fließenden Gewässern, anfangs festsitzend, später freischwimmend.
    var. *minor* Wille. — Fäden 14 μ, Trichome 10 μ breit. — Samoa-Inseln.

17. **Scytonema rivulare** Borzi. — Lager filzig, schmutzig-braungrün bis rötlich. Fäden verschieden gekrümmt, bis 30 μ breit,

spärlich scheinverzweigt. Scheiden fest, eng, nicht geschichtet, außen oft rauh, bis 5 μ dick. Zellen quadratisch oder kürzer als breit. Heterocysten wie die vegetativen Zellen. Dauerzellen kugelig, schwarzblau, mit fester, glatter Außenschicht. — An Steinen in fließenden Gewässern.

18. **Scytonema amplum** W. et. G. S. West. — Lager klein, 3 bis 5 mm breit, braun. Fäden dicht verflochten, 19—24 μ breit, spärlich scheinverzweigt; Scheinverzweigungen meist paarweise, 13,5—16 μ breit. Scheiden sehr dick, parallel geschichtet, außen weich und farblos bis gelblich, innen gelbbraun. Zellen 3,5—4 μ breit, gelbgrün, $3^1/_2$- bis 6 mal (meist 4 mal) so lang als breit. Heterocysten länglich, 3—$3^1/_2$- (seltener 2-) mal so lang als breit. — Auf einem Berg in Dominica.

19. **Scytonema varium** Kütz. — Lager wollig-filzig, 2—3 mm hoch, blaugrün bis braun. Fäden verflochten, 9—15 μ breit. Scheiden gelatinös, im unteren Teil farblos, im oberen gelb. Zellen 5—7 μ breit, fast quadratisch, blaugrün oder gelb. Heterocysten fast quadratisch oder etwas länger als breit. — Auf feuchter Erde.

20. **Scytonema stuposum** (Kütz.) Born. — Lager polsterförmig, filzig, weit ausgebreitet, dunkelviolett bis rötlich. Fäden 5 bis 10 mm lang, 16—30 μ, meist 18—21 μ breit. Scheinverzweigungen reichlich, einzeln oder zu zweien. Scheiden dick, gelatinös. Zellen 12—18 μ breit, $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, stellenweise fast quadratisch, grünlich-violett. Heterocysten so breit wie die vegetativen Zellen. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen.

21. **Scytonema Wolleanum** Forti (Fig. 320). — Lager ausgebreitet, grün bis braun. Fäden 20—25 μ breit, gebogen, reichlich scheinverzweigt. Scheinverzweigungen meist zu zweien, Schlingen bildend, 12,5—15 μ breit. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, blaugrün, fast kugelig. Scheiden fest, glatt, grünlich-gelb oder seltener fast farblos. Heterocysten einzeln, fast kugelig. — Auf *Taxodium*.

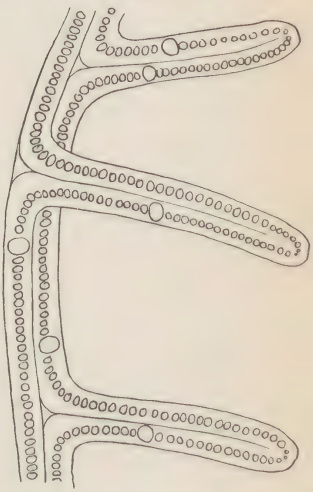


Fig. 320. *Scytonema Wolleanum* (nach Wolle). Die Trichomzellen sind geschrumpft.

22. **Scytonema Millei** Born. — Lager wollig, polsterförmig, weit ausgebreitet, 1—5 mm hoch, dunkelgrün bis braun. Fäden 15 bis 21 μ breit, verschlungen, mit aufrecht abstehenden Scheinverzweigungen. Scheiden fest, braun. Zellen 10—15 μ breit, grün, scheibenförmig. Heterocysten scheibenförmig, schmäler als die vegetativen Zellen. — An Felsen.

23. **Scytonema Samoënse** Wille (Fig. 321). — Lager grau- oder gelblich-blaugrün, filzig. Fäden verschlungen, 14—16 μ breit.

Scheiden fest, dick, kaum geschichtet, hyalin oder gelb. Verzweigungen spärlich, einzeln oder häufiger zu zweien, abstehend. Zellen 7—10 μ breit, $1^1/_2$—3 mal so lang als breit, gelblich, blaugrün. Heterocysten spärlich, einzeln, zylindrisch, gelb, 7—11 μ breit, manchmal kürzer, meist 2—3 mal so lang als breit. Querwände der Zellen undeutlich. — Zwischen Moosen auf Baumrinden, Samoa-Inseln.

321

24. **Scytonema ocellatum** Lyngb. — Lager polsterförmig, schwärzlich oder graublau. Fäden 10—18 μ breit, bis 3 mm lang, verflochten. Scheinverzweigungen spärlich, kurz. Scheiden fest, braun. Zellen 6—14 μ breit, olivengrün, quadratisch oder kürzer als breit. Heterocysten fast quadratisch. — An Felsen, auf feuchter Erde, an Mauern.

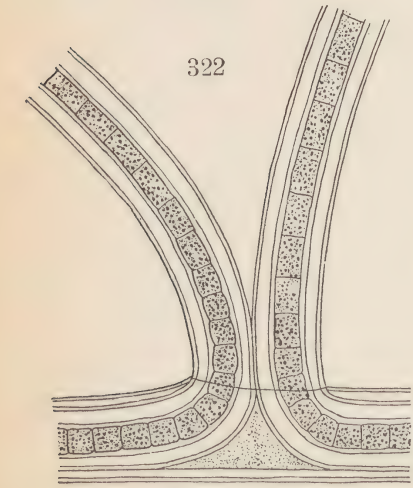

322

Fig. 321, 322. 321 *Scytonema Samoënse*, *a* Fadenende; *b* Scheinverzweigung (460 ×, nach Wille). 322 *Sc. mirabile* (nach West).

25. **Scytonema mirabile** (Dillw.) Born (Fig. 322). — Lager schwammig-filzig, schwarzbraun, schwarzgrün oder seltener ± blaugrün. Fäden verflochten, 15—21 μ breit, 2—12 mm lang, reichlich scheinverzweigt. Scheiden gelbbraun, mit wenig divergierenden Schichten, an den Enden verdünnt. Zellen 6—12 μ breit, zylindrisch, an den Enden scheibenförmig, gelb- bis blaugrün. Heterocysten fast quadratisch oder länger als breit. — An feuchten Felsen und in stehendem Wasser; am Rand von Geisern in Island.

var. *Leprieurii* (Mont.) Born. — Scheiden mit äußeren farblosen, gelatinösen Schichten. — An feuchten Felsen, in Torfsümpfen, auch in heißen Gewässern.

26. **Scytonema pulchrum** Frémy (Fig. 326). — Fäden einzeln zwischen anderen felsbewohnenden Algen, bis 65 μ breit, reich-

lich scheinverzweigt. Scheiden geschichtet; Schichten divergierend. Zellen 15—20 μ breit, lebhaft oder grau-blaugrün, scheibenförmig, 6—7 μ lang. Hormogonien lang. Heterocysten kugelig oder zusammengedrückt. — An feuchten Sandsteinfelsen in Zentralafrika.

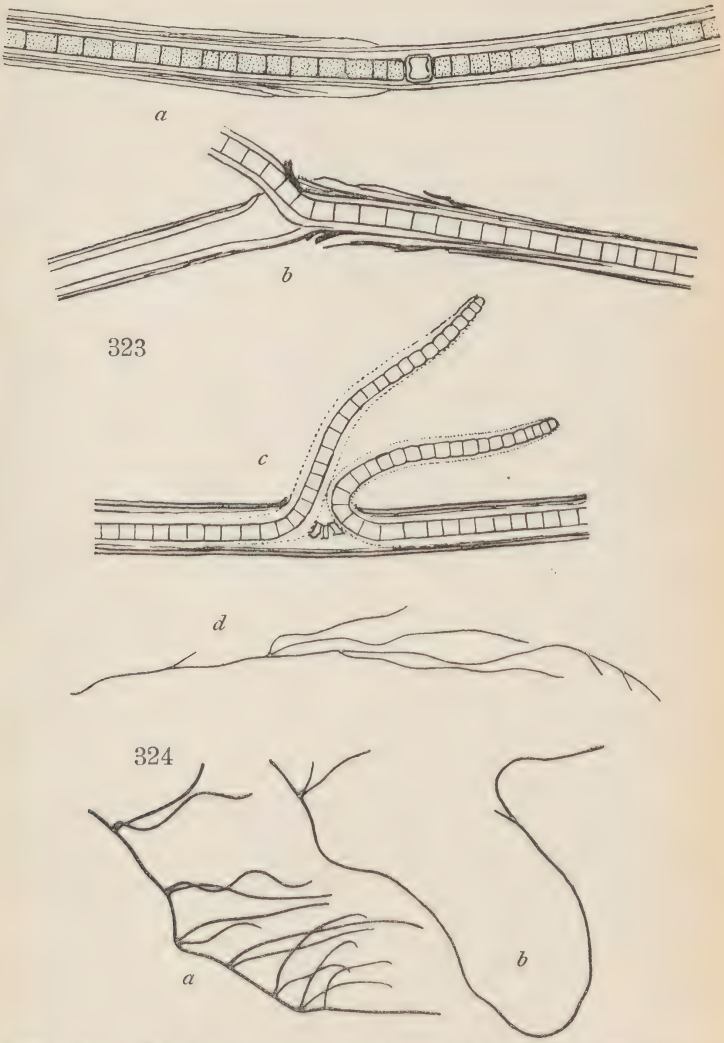


Fig. 323, 324. 323 *Scytonema mirabile.* *a*, *b* Stelle eines Fadens, an dem ein Auswachsen nach einer Ruheperiode stattgefunden hat; die divergierenden Schichten der Scheide sind deutlich sichtbar; *c* Scheinverzweigung; zwischen den beiden Ästen drei degenerierte Zellen, die zeigen, daß die Scheinäste nicht aus einer Schlinge entstanden sind; *d* einzelner Faden (*a*—*c* 250×, *d* ca. 10×, Original). 324 *Sc. myochrous*, einzelne Fäden; *a* typisches, reich verzweigtes, *b* spärlich verzweigtes Exemplar (ca. 10×, Original).

27. **Scytonema badium** Wolle. — Lager dünn, braun bis rotbraun. Fäden kurz, aufrecht, 40—75 μ breit. Scheinverzweigungen einzeln oder zu zweien. Zellen 2—2,5 μ breit, fast so lang wie breit. Scheiden dick, gelblich grün. Heterocysten vereinzelt, fast kugelig oder länglich. — Auf altem Holz.
28. **Scytonema minor** (Schmidle) Lemm. — Fäden zerbrechlich, niederliegend, meist verflochten, kalkige, grüne Überzüge

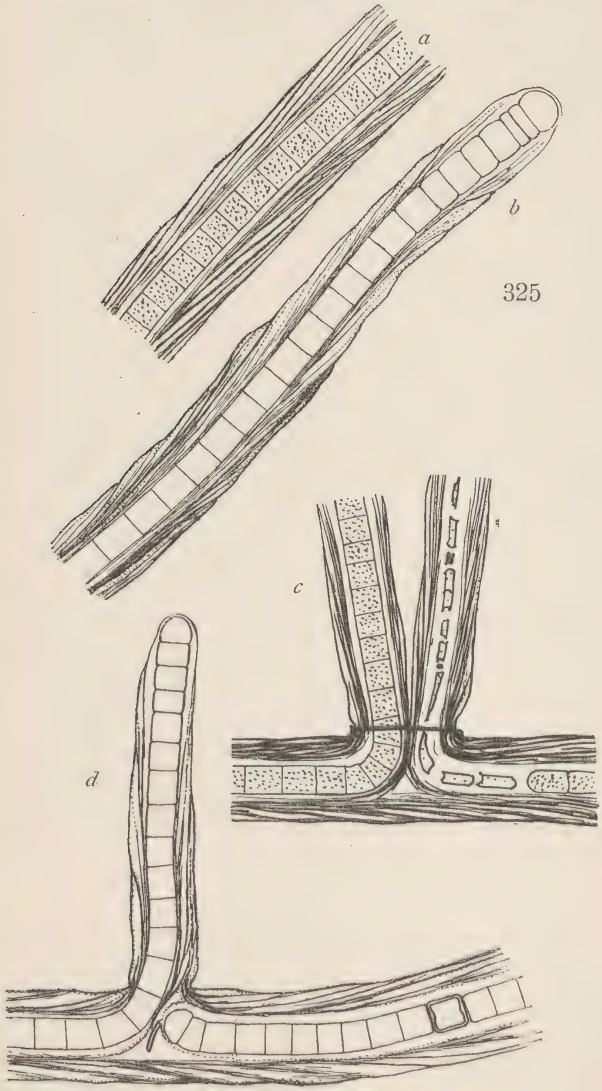


Fig. 325. *Scytonema myochrous.* *a* alter Fadenteil; *b* Ende eines Fadens; *c* typische Scheinverzweigung (das rechte Trichom ist degeneriert); *d* atypische Scheinverzweigung (ca. 300×, Original).

bildend, 8—12 μ breit. Scheiden anfangs farblos, später gelbbraun, 5 μ dick, mit parallelen oder leicht divergierenden Schichten, an der Spitze dünner. Zellen 4 μ breit, zylindrisch oder fast kugelig. Scheinverzweigungen sehr spärlich, einzeln. — An feuchten Felsen und auf feuchter Erde.

29. **Scytonema tolypothrichoides** Kütz. — Lager flockig-büschelig, kugelig, braun. Fäden radiär gestellt, 10—15 μ breit, 5—6 mm lang. Scheinverzweigungen reichlich, gerade. Scheiden anfangs farblos, später gelbbraun, mit divergierenden Schichten. Zellen 8 bis 12 μ breit, fast quadratisch oder länger als breit, olivengrün bis blaugrün. Heterocysten kürzer oder länger als breit. — Freischwimmend in Torfsümpfen.

In den Scheiden findet Fe-Speicherung statt.

30. **Scytonema brunnea** Schmidle. — Fäden zu braun-rötlichen, flutenden Rasen und 4—5 cm langen Flocken vereinigt, gerade, 14—25 μ breit. Scheinverzweigungen spärlich, meist einzeln,

Fig. 326 *Scytonema pulchrum* (300×, nach Frémy).

seltener zu zweien. Scheiden dick, gelbbraun bis dunkelbraun, mit ± deutlich divergierenden Schichten, an den Enden meist plötzlich verjüngt. Zellen lang zylindrisch, braun (?) oder grün. Heterocysten lang zylindrisch. — In einer Quelle in Kärnten.

31. **Scytonema myochrous** (Dillw.) Ag. (Fig. 324, 325). — Fäden zu einem polsterförmigen bis hautartigen, braunschwarzen oder schwärzlich-grünen Lager vereinigt, ± verflochten, 18—36 μ breit, 2—15 mm lang. Scheinverzweigungen meist reichlich und zu zweien, lang, meist dünner als die Hauptfäden. Scheiden gelbbraun, mit deutlich divergierenden Schichten. Zellen 6—12 μ breit, quadratisch oder länger (bis 2 mal so lang) als breit, an den Enden der Trichome scheibenförmig. Heterocysten kugelig oder abgerundet quadratisch. — Auf feuchter Erde, auf Steinen, Mauern u. dgl., selten in Seen.

Meistens sind die Scheinverzweigungen sehr reichlich entwickelt, mitunter findet man aber auch sehr spärlich verzweigte Exemplare (Fig. 324*b*).

Campylonema Schmidle.

Fäden ± halbkreisförmig gebogen, mittlerer Teil niederliegend, die beiden Enden aufsteigend. Scheinverzweigungen spärlich, ein-

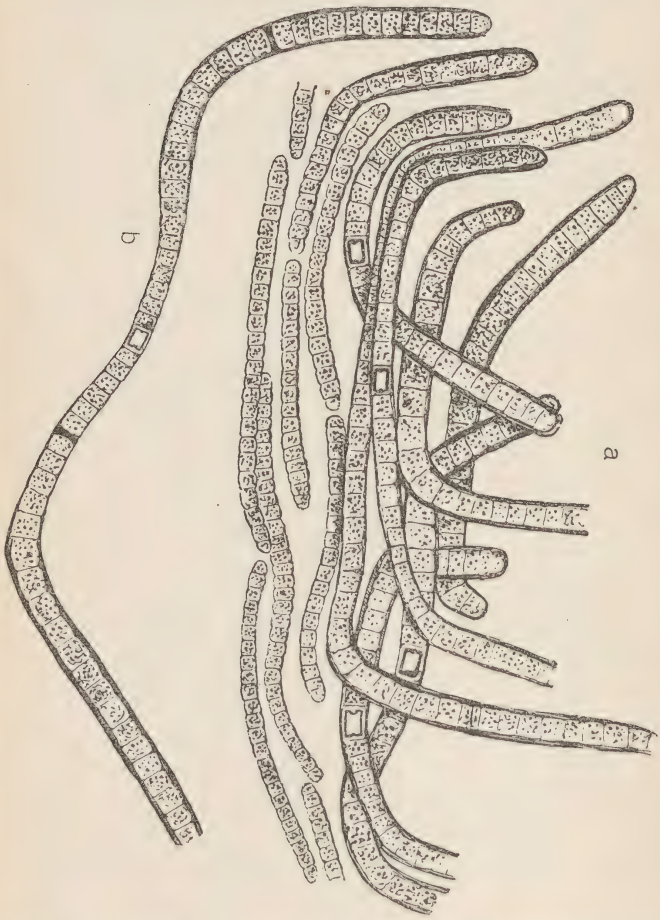


Fig. 327. *Campylonema Lahorense*. *a* Lager; *b* einzelner Faden (286×, nach Ghose).

zeln oder zu zweien. Heterocysten interkalar. Hormogonien oder Hormocysten. Dauerzellen bei einer Art.

Die Gattung ist durch die an bei den Enden aufgebogenen, verbreiterten Fäden charakterisiert. Ähnliche Formen findet man auch unter *Tolypothrix (T. campylonemoides)*, so daß die Abgrenzung ± künstlich ist.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Lager dünn, wollig, Trichome 6—9 μ breit. **C. Lahorense** 1.
II. Lager rasenförmig, Trichome 5—16 μ breit. **C. Indicum** 2.

1. **Campylonema Lahorense** Ghose (Fig. 327). — Lager dünn, wollig, lebhaft blaugrün oder bräunlich, im basalen Teil schleimig. Fäden ± halbkreisförmig gebogen, die beiden Enden aufwärts gekrümmt, bis $1^1/_4$ mm lang. Scheiden im liegenden Teil der Fäden zerfließend, dünn, farblos, in den Endteilen fest, dick, geschichtet, braun. Zellen 6—9 μ breit, an den Querwänden leicht eingeschnürt, blaugrün, so lang wie breit oder etwas länger als breit. Scheinverzweigungen spärlich, einzeln oder zu zweien. Heterocysten in der Mitte der Fäden, rechteckig oder ellipsoidisch, 7—9 μ breit, 12—21 μ lang. Dauerzellen in Reihen, 7—11 μ lang, 5—7 μ breit, mit dicker, glatter, brauner Außenschicht. Hormogonien zu mehreren hintereinander. — Auf Erde in Lahore (Indien).
2. **Campylonema Indicum** Schmidle (= *Stigonema Indicum* Schmidle). — Lager rasenförmig, kraus, gelblich-blaugrün oder weißlich-gelb. Fäden 5—16 μ breit. Scheiden geschichtet, außen schleimig, gelbbraun. Zellen rechteckig oder tonnenförmig, so lang wie breit oder länger oder kürzer als breit, gelblich, blaugrün, gelbbräunlich oder schwärzlich-violett. Scheinverzweigungen spärlich, einzeln oder zu zweien. Heterocysten interkalar. Hormocysten am Ende der Fäden, wenigzellig. — Epiphytisch auf Lebermoosen in der Umgebung von Bombay.

   Die Form ist noch problematisch. Schmidle sah echte Verzweigungen und stellte die Art deshalb zu *Stigonema*. Nach der Beschreibung und den Abbildungen erscheint es fraglich, ob es sich wirklich um echte Verzweigungen handelt.

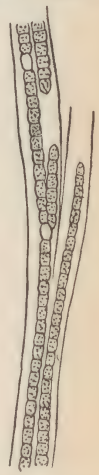


Fig. 328. *Hydrocoryne spongiosa* (332 ×, nach Kirchner).

Hydrocoryne Schwabe.

Trichome unregelmäßig scheinverzweigt, zu mehreren in einer Scheide; Zweige einzeln, lang, anliegend und ± parallel mit den Hauptfäden. Fäden ± parallel, miteinander verflochten. Heterocysten regellos gelagert, interkalar. Dauerzellen einzeln. Hormogonien.

Einzige Art:

Hydrocoryne spongiosa Schwabe (Fig. 328). — Lager ausgebreitet, weich hautartig, zerschlitzt, schmutziggrün. Fäden verflochten, 4—6,5 μ breit. Scheiden dünn, farblos. Scheinverzweigungen spärlich, so breit wie die Hauptfäden, mit diesen ± parallel und an der Basis verwachsen, manchmal bis 30 μ breite Bündel bildend. Zellen 3—4 μ breit, lang-ellipsoidisch oder kurztonnenförmig, blaß blaugrün. Heterocysten länglich oder kurztonnenförmig, 4 μ breit, 1—2 mal so lang. Dauerzellen einzeln, länglich oder ellipsoidisch, 5—7 μ breit, bis zweimal so lang. — In stehenden Gewässern fetzenförmige Überzüge an Wasserpflanzen bildend, selten freischwimmend.

Diplocoleon Näg.

Trichome unregelmäßig scheinverzweigt, zu mehreren in einer Scheide. Fäden verschieden gebogen, durcheinandergeschlungen, mit

weiten, etwas schleimigen, geschichteten Scheiden, zu einem keulenförmigen Lager vereinigt. Heterocysten einzeln, regellos gelagert, interkalar oder basal. Dauerzellen unbekannt. Hormogonien.

Einzige Art:

Diplocoleon Heppii Näg. (Fig. 329). — Lager gallertig, gelbbraun. Fäden 20—28 μ breit, wiederholt verzweigt. Scheiden geschichtet, gelbbraun. Zellen 6—10 μ breit, scheibenförmig. Heterocysten fast kugelig. — Zwischen Moosen an Felsen.

Die Form zeigt gewisse Ähnlichkeiten mit *Nostoc microscopicum*, dürfte aber mit diesem kaum in genetischem Zusammenhang stehen.

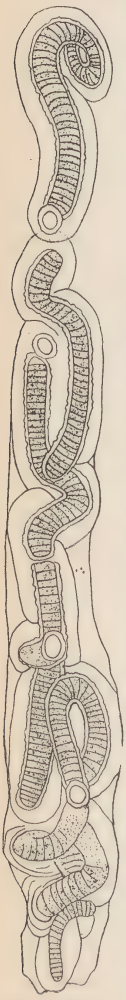


Fig. 329. *Diplocoleon Heppii* (ca. 240×, nach Itzigsohn).

Microchaetaceae.

Trichome immer einreihig, überall gleich breit oder mit Differenzierung in Basis und Spitze und entweder an der Spitze verjüngt oder verbreitert, aber nie in Haare ausgehend, unverzweigt oder nur sehr selten scheinverzweigt, mit interkalarem und Spitzenwachstum, immer bescheidet. Scheiden fest, deutlich, ein Trichom oder mehrere Trichome enthaltend. Heterocysten interkalar oder terminal. Hormogonien; Dauerzellen; *Chroococcaceen*-Stadien.

Die Familie umfaßt ziemlich heterogene Typen und wird wohl später aufgelöst werden müssen. Vorläufig läßt sie sich aus praktischen Gründen aufrechterhalten.

Die Unterscheidung zwischen *Leptobasis* und *Microchaete* ist künstlich und oft sehr schwer durchzuführen. Ob ein Trichomende verbreitert oder verjüngt ist, schwankt oft bei sehr nahe verwandten Formen. Die marine *Microchaete grisea* z. B. besitzt Trichome, die im großen und ganzen verjüngt sind, knapp unterhalb der Spitze sich aber wieder verbreitern.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Trichome einzeln in einer Scheide.
  1. Fäden mit Differenzierung in Basis und Spitze, Heterocysten in der Regel basal, selten auch interkalar [1]).
    A. Trichome an der Spitze verjüngt oder überall gleich breit. **Microchaete** (S. 279).
    B. Trichome an der Spitze verbreitert. **Leptobasis** (S. 281).
  2. Fäden ohne Differenzierung in Basis und Spitze, Heterocysten nur interkalar. **Aulosira** (S. 284).

II. Trichome zu mehreren in einer Scheide. **Desmonema** (S. 286).

1) Bei *Leptobasis tenuissima* fehlen die basalen Heterocysten.

Microchaete Thur.

Trichome einzeln in einer deutlichen Scheide, an der Spitze ± deutlich verjüngt, seltener überall gleich breit. Fäden festsitzend, einzeln oder zu Rasen vereinigt, selten mit einzelnen Scheinverzweigungen, mit basalen, seltener auch mit interkalaren Heterocysten. Dauerzellen meist einzeln, seltener in Reihen, in unmittelbarer Berührung mit den basalen Heterocysten oder ihnen genähert, seltener von ihnen entfernt. Hormogonien.

Die Arten leben in stehenden Gewässern.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Scheide einfach.
  1. Scheide nicht geschichtet.
    A. Heterocysten nur basal. **M. Goeppertiana** 1.
    B. Heterocysten basal und interkalar.
      a) Fäden 6—7 μ breit. **M. tenera** 2.
      b) Fäden breiter.
        α) Fäden 12—14 μ breit. **M. tenera var. maior** 2.
        β) Fäden 9—12 μ breit. **M. catenata** 3.
  2. Scheide geschichtet.
    A. Zellen an den Querwänden nicht granuliert. **M. calothrichoides** 4.
    B. Zellen an den Querwänden granuliert. **M. robusta** 5.

II. Scheide doppelt **M. diplosiphon** 6.

1. **Microchaete Goeppertiana** Kirchn. (Fig. 330). — Fäden einzeln. Zellen zylindrisch, 5—6 μ breit, an der Basis der Fäden 2—3 mal so lang als breit, gegen die Spitze zu kürzer werdend, bis $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, blaugrün. Scheide farblos, 6—8,5 μ dick. Heterocysten basal, einzeln, kugelig oder oval, 6 μ breit, 6—8 μ lang. Dauerzellen durch 1 oder 2 Zellen von der basalen Heterocyste getrennt, einzeln oder zu zweien, zylindrisch, 6—7,5 μ breit, 13—17 μ lang. — In stehendem Wasser.

2. **Microchaete tenera** Thur. (Fig. 331). — Fäden 6—7 μ breit, einzeln, leicht gekrümmt. Scheide dünn, eng, farblos, nicht geschichtet. Zellen 5 μ breit, blaugrün, an der Basis der Fäden bis 2 mal so lang als breit, an der Spitze so lang wie breit. Heterocysten basal und interkalar, fast kugelig oder zylindrisch. Dauerzellen in Reihen (?) basal oder interkalar, zylindrisch, mit brauner Wand, 6—7,5 μ breit, 13—17 μ lang. — In stehenden Gewässern.

Die Art ist noch außerordentlich unklar. Die Form, die Beck (Österr. Bot. Zeitschr., 1898) vorlag, dürfte kaum mit der von Kirchner und Hansgirg gemeinten identisch sein. Es ist daher problematisch, ob die von Beck geschilderte Entwicklung und Keimung der Dauerzellen für *M. tenera* gilt. — Beck und einige andere Autoren bilden am Ende verdickte Fäden ab.

var. *maior* Möbius. — Fäden 12—14 μ breit. Zellen 8—10 μ breit. Interkalare Heterocysten 15—18 μ lang. — In stehenden Gewässern in Australien.

3. **Microchaete catenata** Lemm. — Fäden stets einzeln, meist verschiedenartig gebogen, seltener fast gerade, 9—12 μ breit, bis 500 μ lang. Scheiden hyalin, nicht geschichtet, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, 1—1,3 μ dick. Trichome an den

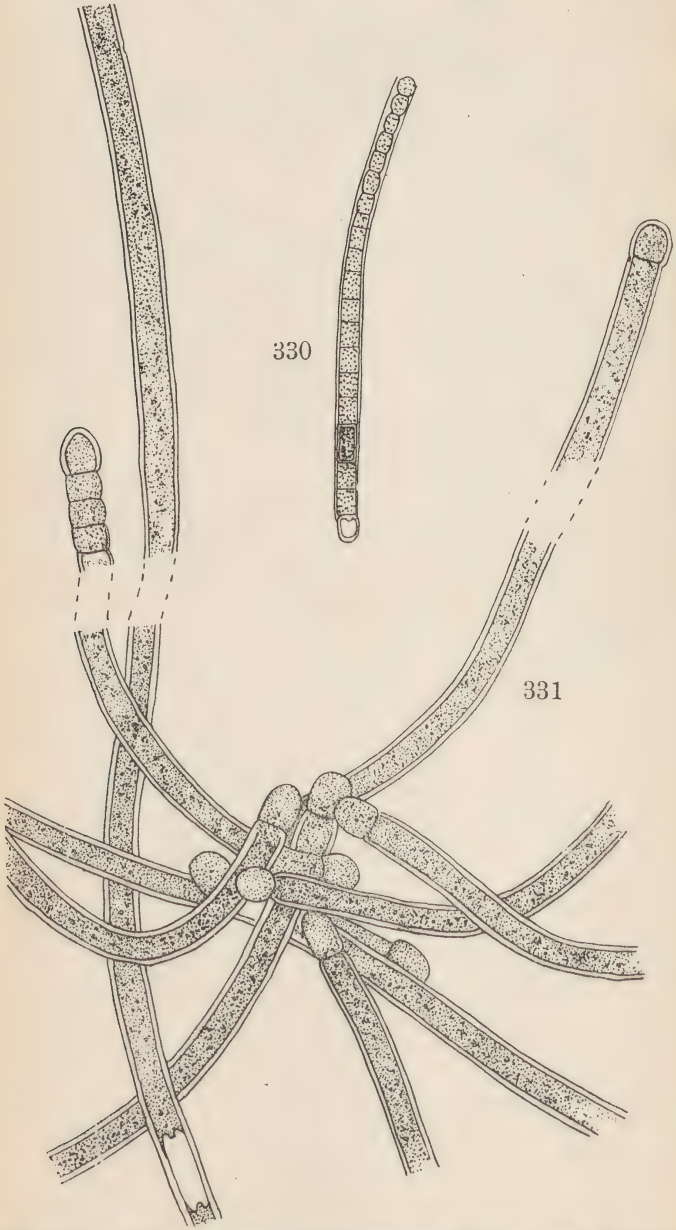


Fig. 330, 331. 330 *Microchaete Goeppertiana* (400×, nach Kirchner). 331 *M. tenera* (660×, nach Bornet).

Querwänden leicht eingeschnürt, blaugrün, am Ende nicht verjüngt, 6—8 μ breit. Vegetative Zellen an den Querwänden nicht granuliert, im unteren Teile der Fäden 4—7 μ, im oberen 1,5—2,5 μ lang. Endzelle meist halbkugelig, zuweilen etwas dicker als die vorletzte Zelle. Heterocysten basal und halbkugelig oder interkalar und zylindrisch oder 5—6 eckig. Dauerzellen tonnenförmig angeschwollen, mit dünner, hyaliner, glatter Membran, von den Heterocysten entfernt, reihenweise zu 2—6 nebeneinander, die Reihen durch Gruppen von vegetativen Zellen getrennt. — Im Lake Huro, Chatam-Inseln, auf *Plectonema* und *Cladophora*.

4. **Microchaete calothrichoides** Hansg. — Fäden 10—16 μ, seltener bis 20 μ breit, einzeln oder in Büscheln und zu einem flockigen, schmutzig-graugrünen Lager vereinigt, gerade oder gebogen. Scheide eng, dick, geschichtet, oft ± inkrustiert, farblos. Zellen an der Basis der Fäden 6—8 μ breit, $^1/_3$- bis 1 mal so lang als breit, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, olivenfarben. Heterocysten meist basal, fast eiförmig bis länglich ellipsoidisch, 6 μ breit, bis 8 μ lang. — In stehenden Gewässern.
5. **Microchaete robusta** S. et G. — Fäden gehäuft, radial angeordnet, lang und zylindrisch, an der Basis angeschwollen, 16—18 μ breit. Trichome gegen die Spitze zu verjüngt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, an der Spitze $^1/_3$ mal so lang als breit, an den Querwänden granuliert. Scheiden dünn, geschichtet, farblos. Heterocysten basal und interkalar, die basalen ± kugelig, die interkalaren rechteckig. — In stehenden Gewässern an Wasserpflanzen.
6. **Microchaete diplosiphon** Gom. — Fäden gerade oder gekrümmt, allmählich gegen die Spitze zu verjüngt. Zellen 4,4 bis 6 μ breit, an der Basis der Fäden länger als breit, weiter oben so lang wie breit oder kürzer als breit. Scheide farblos, doppelt, die äußere schleimig, unregelmäßig, bis 10 μ weit, die innere dünn, eng, 4,7—6,7 μ weit. Heterocysten basal oder interkalar, kugelig, zusammengedrückt oder länglich. Dauerzellen so breit wie die vegetativen Zellen, in Reihen. — In stehendem Wasser.

var. *Cambrica* W. West. — Äußere Scheide 23—30 μ, innere 6,5—9 μ weit. Zellen im basalen Teil der Fäden 7,5 bis 8 μ, weiter oben 3 μ breit. Heterocysten interkalar, 5,5 μ breit, 22—24 μ lang. — In stehendem Wasser.

Leptobasis Elenkin.

Trichome einzeln in einer festen Scheide, an der Basis verjüngt, am Ende verbreitert, mit einer basalen Heterocyste, seltener auch mit interkalaren Heterocysten; basale Heterocyste bei einer Art fehlend. Fäden meist festsitzend, in Rasen, selten freischwimmend, an der Basis verjüngt. Hormogonien. Dauerzellen fehlen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Basale Heterocyste vorhanden.
  1. Scheide am Scheitel längs- und quergestreift. **L. striatula** 1.
  2. Scheide nicht längs- und quergestreift.
    A. Fäden 13—16 μ breit, an der Basis schwach verjüngt. **L. crassa** 2.

B. Fäden schmäler, an der Basis deutlich verjüngt.
  α) Fäden stark, ± spiralig gebogen, kurz, ohne interkalare Heterocysten. **L. spirulina** 3.
  β) Fäden wenig gebogen, lang, mit interkalaren Heterocysten. **L. Caucasica** 4.
II. Basale Heterocyste fehlend. **L. tenuissima** 5.

1. **Leptobasis striatula** (Hy.) Elenk. (Fig. 332). — Fäden hin- und hergebogen, in Bündeln, ca. 5—6 μ lang, 7—9 μ breit. Scheiden ziemlich dick, farblos, am Scheitel längs- und quergestreift. Trichome an der Basis 4 μ, an der Spitze 8—9 μ breit. Zellen ± tonnenförmig oder zylindrisch, im unteren Teil der Trichome länger, im oberen kürzer als breit. Basale Heterocysten ± kugelig, interkalare länglich. — Zwischen *Sphagnum* in Hochmooren.

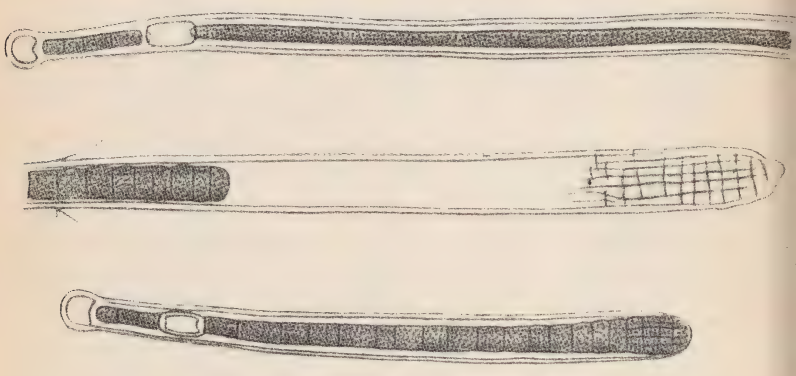


Fig. 332. *Leptobasis striatula* (750×, nach Hy).

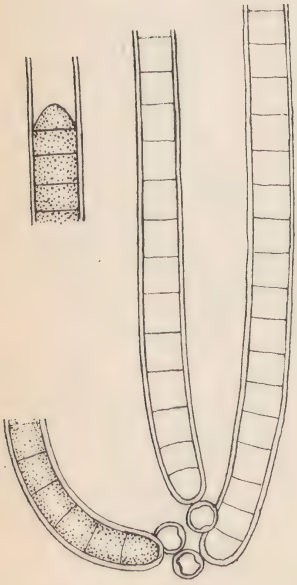


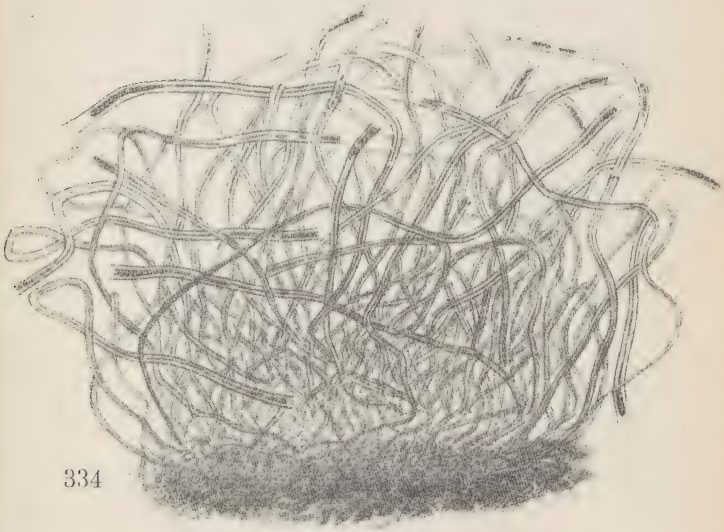
Fig. 333. *Leptobasis crassa* (400×, nach G. S. West).

2. **Leptobasis crassa** (G. S. West) Geitler (= *Microchaete crassa* G. S. West) (Fig. 333). — Fäden zu wenigen beisammen, festsitzend, leicht gebogen, 13—16 μ breit, an der Basis leicht verjüngt. Scheiden farblos, nicht geschichtet. Zellen an der Spitze der Trichome etwas kürzer, an der Basis etwas länger als breit, an der Spitze 12—13 μ, an der Basis 9 bis 10,5 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Heterocysten meist basal, kugelig, 9—10,5 μ breit. — In stehendem Wasser an Wasserpflanzen in den Ost-Anden in 2600 m Höhe.

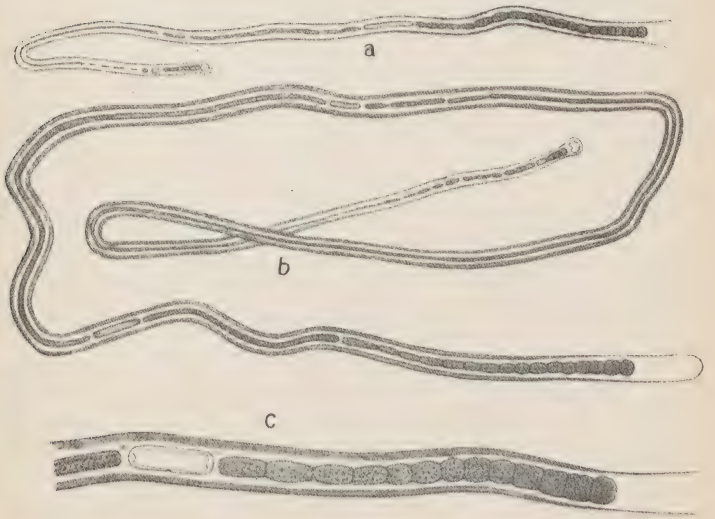
3. **Leptobasis spirulina** (Steinecke) Geitler (= *Mirochaete spirulina* Steinecke). — Fäden einzeln, stark gekrümmt, oft spiralig gebogen und das

Ende schneckenförmig eingerollt. Zellen an der Basis der Fäden 5 μ breit und 6—9 μ lang, in der Mitte ca. 6 μ breit und 6—7 μ lang, lebhaft blaugrün. Scheiden farblos, 1 μ dick. Heterocysten nur basal, oval. — Zwischen *Hypnum* auf Sumpfwiesen im Gouvernement Grodno.

4. **Leptobasis Caucasica** Elenk. (Fig. 334, 335). — Lager büschelig, filzig, graugrün. Fäden bis 5 mm lang, miteinander verflochten, an der Spitze 7—8,5 μ, an der Basis 3,8—4 μ breit,



334



335

Fig. 334, 335. *Leptobasis Caucasica.* 334 Lager, 150×; 335 einzelne Fäden; *a*, *b* 414×, *c* 600× (beide nach Elenkin).

meist nur mit basalen Heterocysten. Scheiden nicht geschichtet, farblos, 1,5—2,6 μ dick, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen an der Spitze der Trichome fast quadratisch, tonnenförmig, blaugrün, 4,5—6 μ breit, weiter unten rechteckig-zylindrisch, 2,3—4 μ breit und 6—18 μ lang, an der Basis 1—2 μ breit und nahe dem Ende wieder tonnenförmig. Basale Heterocysten kugelig, 4—4,2 μ groß; interkalare Heterocysten selten, lang zylindrisch, bis 4,5 μ breit, 4—12 μ lang. — An Kalksteinen in einem Fluß im Kaukasus.

Die Hormogonien entstehen zu mehreren hintereinander und sind wenigzellig.

5. **Leptobasis tenuissima** (W. West) Elenk. (Fig. 336). — Fäden miteinander verflochten, 4,4—5,1 μ breit. Scheiden weit, nicht geschichtet, farblos. Zellen 1—1,8 μ breit, im unteren Teil der Fäden ungefähr doppelt, im oberen 5—9 mal so lang als breit. Heterocysten nur interkalar, fast quadratisch oder länglich, 2—2,4 μ breit, 3,5—6,5 μ lang. — Zwischen anderen Algen an Bäumen und in stehenden Gewässern in Ostindien und Irland.

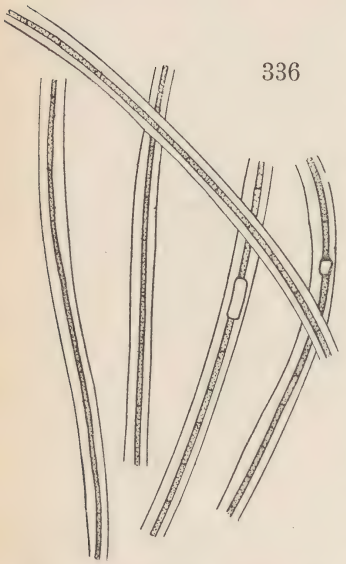


Fig. 336. *Leptobasis tenuissima.* In der Figur sind nur die mittleren Teile der Fäden sichtbar; die charakteristischen Verbreiterungen an der Spitze fehlen (ca. 530×, nach W. West).

Aulosira Kirchn.

Trichome einzeln in einer festen Scheide, überall gleich breit oder in der Mitte schmäler und an beiden Enden verbreitert. Fäden ohne Differenzierung in Basis und Spitze, einzeln oder in Bündeln. Heterocysten interkalar. Dauerzellen von unbestimmter Lage, neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt. Hormogonien.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Scheiden nicht mit parallelen Streifen.

1. Dauerzellen einzeln oder zu 2—3 nebeneinander. **Au. laxa** 1.
2. Dauerzellen in Reihen.
   - A. Dauerzellen 3,8—7,7 μ breit. **Au. thermalis** 2.
   - B. Dauerzellen 8—9 μ breit. **Au. implexa** 3.
   - C. Dauerzellen 11—13 μ breit. **Au. fertilissima** 4.

II. Scheiden mit parallelen Streifen. **Au. striata** 5.

1. **Aulosira laxa** Kirchn. — Fäden gerade oder schwach gekrümmt, 5—8 μ breit. Zellen scheibenförmig bis zylindrisch, 5—7 μ breit, blaugrün. Scheiden dünn, eng, farblos. Hetero-

cysten fast kugelig bis zylindrisch, 5—8 μ breit. Dauerzellen einzeln, zylindrisch, 5—7 μ breit, 20—24 μ lang. — In stehenden Gewässern, einzeln zwischen anderen Algen.

var. *microspora* Lagerh. — Zellen 4—6 μ breit, Heterocysten 7 μ breit. Dauerzellen einzeln oder zu 2—3 nebeneinander, zylindrisch, 8 μ breit, 14—18 μ lang. — In stehenden Gewässern, einzeln zwischen anderen Algen.

2. **Aulosira thermalis** G. S. West. — Fäden in Bündeln, verflochten. Scheide dünn, farblos. Zellen 2,3—3,2 μ breit, fast kugelig, ellipsoidisch oder länglich, blaugrün. Heterocysten fast quadratisch oder länglich, 3,5—7,7 μ breit, 5,7—8,8 μ lang. Dauerzellen kugelig bis zylindrisch, in Reihen, 3,8—7,7 μ breit, 3,8—13,5 μ lang. — In Thermen in Island.

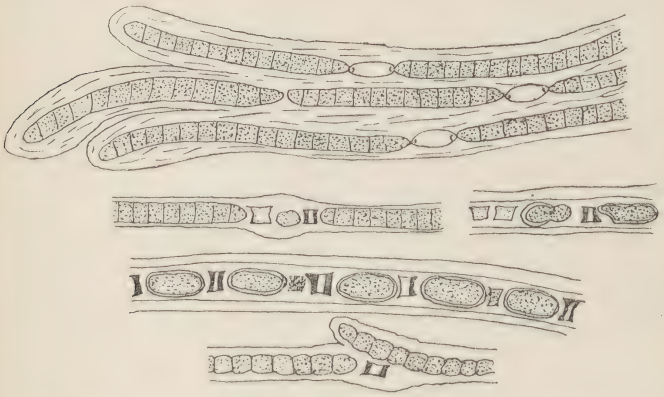


Fig. 337. *Aulosira fertilissima* (350×, nach Ghose).

3. **Aulosira implexa** Born. et Flah. — Fäden gerade oder gekrümmt, 5—10 mm lang, oft in Bündeln, 7—17, meist 12 μ breit. Scheiden dünn, hyalin. Zellen quadratisch, zylindrisch oder kürzer als breit, 8—9 μ breit, blaugrün, an den Querwänden leicht eingeschnürt. Heterocysten quadratisch oder länglich. Dauerzellen zu 4—32 in Reihen, 8—9 μ breit, 16 bis 34 μ lang — In stehenden Gewässern.
4. **Aulosira fertilissima** Ghose (Fig. 337). — Lager ausgebreitet, schmutzig blaugrün, häutig. Fäden gerade oder leicht gekrümmt, parallel oder dicht verschlungen, selten mit einzelnen Scheinverzweigungen. Zellen 6—11 μ breit, 7—10 μ lang, in der Jugend zylindrisch, später tonnenförmig. Scheiden dick, in der Jugend schleimig und farblos, später fest und braun, Heterocysten lang-ellipsoidisch, 8—9 μ breit. Dauerzellen in Reihen, durch abgestorbene Zellen voneinander getrennt, lang ellipsoidisch, 11—13 μ breit, 18—24 μ lang, mit glatter, manchmal brauner Außenschicht. — Lahore.

Die Art weicht durch die manchmal schleimigen Scheiden und durch das gelegentliche Auftreten von Scheinverzweigungen vom Typus ab.

5. **Aulosira striata** Woronich. — Fäden einzeln, leicht gekrümmt, 1,5—2 mm lang, in der Mitte 7,9—9,5 μ breit, an

den Enden bis 12,6 μ breit. Scheiden eng, farblos, geschichtet, mit parallelen Streifen, bisweilen mit divergierenden Schichten, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome in der Mitte 3—4,7 μ, an den Enden (5—)8—9,5 μ breit. Zellen in der Mitte der Trichome zylindrisch, $1^1/_2$—2mal so lang als breit, an den Enden fast quadratisch oder kürzer als breit. Heterocysten einzeln oder zu 2—3, kugelig, 9,5 μ groß oder abgerundet zylindrisch und manchmal kürzer als breit. Dauerzellen unbekannt. — In einem *Sphagnum*-Sumpf im Kaukasus.

Desmonema Berkeley et Thwaites.

Trichome zu mehreren in einer Scheide. Fäden zu pinselförmigen Büscheln vereinigt. Heterocysten basal. Dauerzellen einzeln oder in Reihen, von unbestimmter Lage.

Einzige Art:

Desmonema Wrangelii (Ag.) Born et Flah. (Fig. 338). — Fäden schwach gekrümmt, zu pinselförmigen, schwarzgrünen Büscheln vereinigt. Scheiden dünn, nicht geschichtet, farblos oder gelb. Zellen 9—10 μ breit, tonnenförmig, blaugrün, ca. $^1/_3$mal so lang als breit. Heterocysten basal, einzeln oder zu zweien, länglich, manchmal fehlend. Dauerzellen eiförmig oder ellipsoidisch, einzeln oder in Reihen, von unbestimmter Lage. — In schnell fließendem Wasser.

var. *minor* W. West. — Zellen 5—6 μ breit. — In England.

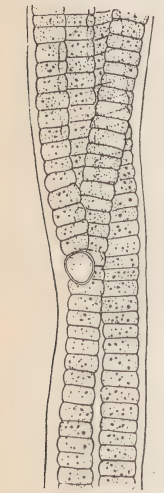


Fig. 338. *Desmonema Wrangelii* (ca. 260×, nach Borzi).

Nostocaceae.

Trichome immer einreihig, nur bei den keimenden Hormogonien mancher *Nostoc*-Arten manchmal scheinbar zweireihig, überall gleich breit oder seltener an beiden Enden etwas verjüngt und in haarartige Spitzen ausgehend, unverzweigt, mit interkalarem Wachstum. Vegetative Zellen an den Enden manchmal von denen der Mitte verschieden. Scheiden dick, schleimig, oft verquellend und dann kaum nachweisbar, nur ein einziges Trichom enthaltend. Lager von ± schleimig-gallertiger Beschaffenheit. Heterocysten interkalar oder terminal. Dauerzellen einzeln oder in Reihen, von unbestimmter oder bestimmter Lage, neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt. Hormogonien; Chroococcean-Stadium selten.

Charakteristisch ist für die meisten *Nostocaceen* die Tendenz zur Gallertbildung. Sie erfolgt meist reichlich und hat oft die Bildung großer, auffallender Gallertklumpen (*Nostoc*) zur Folge.

Der Thallusaufbau ist meist sehr einfach. Das Wachstum erfolgt in der Regel interkalar. Die Trichome sind entweder polar differenziert, wie in extremem Maß bei *Cylindrospermum*, oder in allen Teilen völlig gleich (*Nostoc*). Haarbildungen kommen nur bei *Aphanizomenon* vor.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Heterocysten im ausgewachsenen Thallus inmitten der Trichome[1]).
  1. Zellen scheibenförmig, kürzer als breit. **Nodularia** (S. 287).
  2. Zellen tonnenförmig, länger als breit[2]).
    A. Zellen an den Enden der Trichome stark verlängert, farblos, Haare bildend. **Aphanizomenon** (S. 289).
    B. Alle Zellen gleich gestaltet.
      a) Fäden nie einzeln, sondern zu bestimmt gestalteten Gallertlagern vereinigt.
        α) Lager sehr verschieden gestaltet, kugelig, blattartig, flach oder zerrissen, nie schlauchförmig. **Nostoc** (S. 291).
        β) Lager schlauchförmig. **Wollea** (S. 308).
      b) Fäden einzeln oder zu formlosen, gallertigen Flöckchen oder hautartigem Lager vereinigt. **Anabaena** (S. 309).

II. Heterocysten konstant an einem Ende oder an beiden Enden der Trichome.
  1. Heterocysten meist an beiden Enden der Trichome. **Anabaenopsis** (S. 329).
  2. Heterocysten immer nur an einem Ende der Trichome. **Cylindrospermum** (S. 331).

Nodularia Mertens.

Trichome aus scheibenförmigen Zellen zusammengesetzt, mit dünner, schleimiger, oft zerfließender Scheide. Fäden einzeln oder zu unbestimmt gestalteten, weichschleimigen Lagern vereinigt, gerade oder gekrümmt, manchmal spiralig gebogen. Heterocysten interkalar, ± scheibenförmig. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, meist in Reihen, kugelig.

Die Dauerzellen entstehen immer aus den von den Heterocysten entferntesten Zellen und entwickeln sich nach beiden Seiten gegen die Heterocysten zu.

N. Turicensis lebt in Saftflüssen alter Bäume.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden schmäler als 8 μ.
  1. Zellen 3—4 μ breit.
    A. Trichome an den Enden deutlich verjüngt, Heterocysten ellipsoidisch. **N. tenuis** 1.
    B. Trichome an den Enden kaum verjüngt, Heterocysten quadratisch. **N. quadrata** 2.
  2. Zellen breiter.
    A. Zellen 6 μ breit. **N. sphaerocarpa** 3.
    B. Zellen 5—5,5 μ breit. **N. spumigena** var. **minor** 5.
    C. Zellen 4—5 μ breit. **N. Turicensis** 4.

II. Fäden breiter. **N. spumigena** 5.

---

1) Nur Jugendstadien (keimende Hormogonien und Dauerzellen) können ausschließlich terminale Heterocysten besitzen.

2) Nur bei sehr hoher Teilungsfrequenz können manche Formen scheibenförmige Zellen besitzen. Während aber bei *Nodularia* auch die Heterocysten meist scheibenförmig sind, sind diese bei den anderen Formen immer kugelig oder tonnenförmig.

1. **Nodularia tenuis** G. S. West. — Trichome kurz, gerade, an den Enden verjüngt, in eine spitzkegelige Endzelle ausgehend. Scheide sehr dünn, zerfließend, farblos. Zellen vor der Teilung abgerundet quadratisch, 3—3,8 μ breit. Heterocysten breit ellipsoidisch. Dauerzellen unbekannt. — In stehendem Wasser.
2. **Nodularia quadrata** Fritsch (Fig. 340). — Fäden zu einem lockeren Lager vereinigt, leicht gekrümmt, manchmal fast gerade und parallel, an den Enden kaum verjüngt, mit abgerundeter

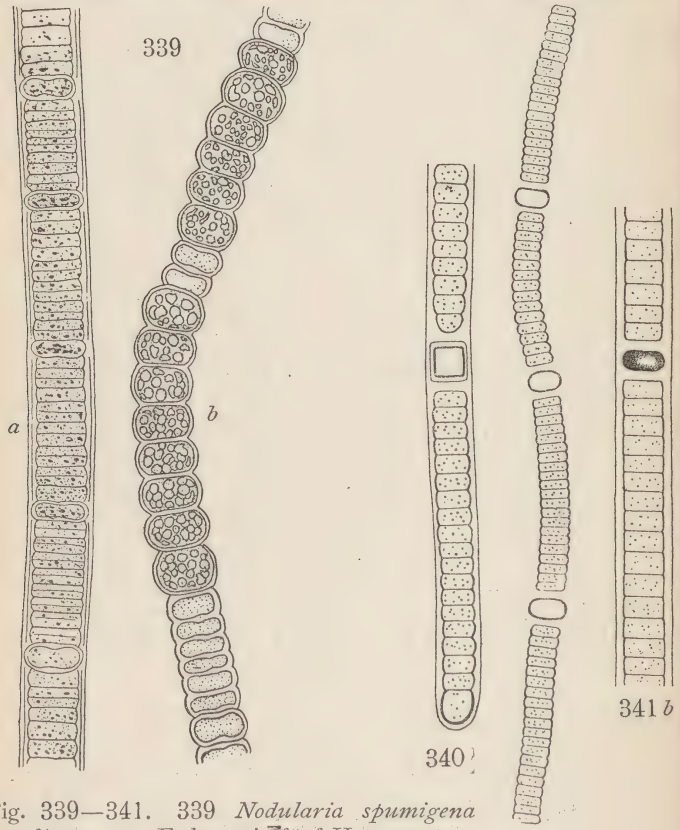


Fig. 339—341. 339 *Nodularia spumigena* var. *litorea*. *a* Faden mit fünf Heterocysten; *b* Faden mit Dauerzellen (ca. 520× nach Bornet). 340 *N. quadrata* (800× nach Fritsch). 341 *N. spumigena* var. *minor* (*a* 800×, *b* 1300×, nach Fritsch).

oder ± kegeliger Endzelle mit leicht verdickter Membran. Scheiden dünn, hyalin, meist deutlich. Zellen scheibenförmig, 2—3 mal breiter als lang, 3—4 μ breit, lebhaft blaugrün, tonnenförmig. Heterocysten quadratisch, 5—6 μ breit, meist einzeln, selten zu zweien, manchmal etwas länger als breit, selten etwas kürzer; Dauerzellen fast kugelig, 7 μ breit, 8 μ lang, mit glatter Außenschicht. — In stehendem Wasser, Antarktis.

3. **Nodularia sphaerocarpa** Born. et Flah. — Fäden gewunden, 6—7 μ breit. Scheide dünn, farblos, zerfließend, Zellen 4 μ lang, 6 μ breit. Heterocysten so breit wie die vegetativen Zellen. Dauerzellen zu 2—12, zusammengedrückt-kugelig, 7—10 μ breit, mit brauner Wand. — In langsam fließendem Wasser, auf Erde und an Baumstämmen.
4. **Nodularia Turicensis** (Cramer) Hansg. — Lager schleimig, weich, schmutzig blaugrün. Fäden gerade oder schwach gekrümmt, an den Enden oft leicht verjüngt. Scheiden dünn, zerfließend, farblos. Zellen 4—5 μ breit, $^1/_2$—1 mal so lang als breit. Heterocysten niedergedrückt-kugelig, kaum breiter als die vegetativen Zellen. Dauerzellen zu 3—8 in Reihen, niedergedrückt-kugelig, 6—7 μ breit, mit brauner Wand. — In Saftflüssen alter Bäume *(Aesculus, Populus* u. a).
5. **Nodularia spumigena** Mertens. — Fäden einzeln, freischwimmend oder meistens zu einem schleimigen Lager vereinigt, fast gerade, gebogen oder spiralig gedreht, 8—12 μ breit. Scheiden dünn oder dick, farblos, weich. Zellen scheibenförmig, $^1/_3$—$^1/_4$ mal so lang als breit. Heterocysten etwas breiter als die vegetativen Zellen. Dauerzellen in Reihen, seltener zu 1 bis wenigen, fast kugelig, 12 μ breit, 8—9 μ lang, mit brauner Wand. — In stehendem Wasser festsitzend oder freischwimmend. Auch in salzhaltigem Wasser.

var. *litorea* (Thur.) Born. et Flah. (Fig. 339). — Fäden 12—16 μ breit. Dauerzellen 14 μ breit, 10 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Form.

Bei der Keimung der Dauerzellen werden an den Enden terminale Heterocysten gebildet.

var. *minor* Fritsch (Fig. 341). — Fäden einzeln, fast gerade oder verschieden gekrümmt, an den Enden nicht verjüngt, mit sehr dünnen, farblosen, zerfließenden Scheiden. Zellen 5—5,5 μ breit, 2,5—3,5 μ lang. Heterocysten 6,5—7 μ breit, meist einzeln, manchmal zu 2—3. Dauerzellen unbekannt. — Auf Lagern von *Phormidium*, Antarktis.

Aphanizomenon Morren.

Trichome an den Enden mit sehr stark verlängerten, zylindrischen, farblosen Zellen, etwas verjüngt, mit zerfließenden, unsichtbaren Scheiden. Fäden gerade oder leicht gekrümmt, einzeln oder meist zu sägespanartigen, freischwimmenden Bündeln vereinigt. Heterocysten interkalar. Dauerzellen einzeln, von den Heterocysten entfernt.

Die Enden der Trichome lassen sich mit den Haaren der *Rivulariaceen* vergleichen. Die Zellen sind stark verlängert, vakuolisiert und haben die Assimilationspigmente verloren.

Alle Arten sind typische Planktonten.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Dauerzellen breiter als die vegetativen Zellen.
  1. Zellen 3,2—6 μ breit. **A. flos-aquae** 1.
  2. Zellen 2—3 μ breit.
    A. Zellen 2—6 μ lang. **A. gracile** 2.
    B. Zellen 6—12 μ lang. **A. Kaufmanni** 3.

II. Dauerzellen so breit wie die vegetativen Zellen. **A. Holsaticum** 4.

1. **Aphanizomenon flos-aquae** (L.) Ralfs (Fig. 342). Trichome selten einzeln, meist zu sägespanartigen Bündeln vereinigt, gerade oder schwach gebogen. Zellen 4—6 μ breit, 5—15 μ lang, abgerundet zylindrisch, so lang wie breit oder etwas länger als breit, mit Pseudovakuolen. Heterocysten fast zylindrisch, 5—7 μ breit, 7—20 μ lang. Dauerzellen lang-zylindrisch, mit abgerundeten Enden, 6—8 μ breit, bis 35—80 μ lang. — Planktonisch in stehenden Gewässern, oft Wasserblüten bildend; auch in salzhaltigem Wasser.

342 *a*

342 *b*

Die Länge der Endzellen ist während des Jahres starken Schwankungen unterworfen. Sie können bis 10mal so lang als die mittleren Trichomzellen werden. Interessanterweise kann die Bildung der Heterocysten manchmal unterbleiben, trotzdem aber die Bildung der Dauerzellen erfolgen. Man findet demnach zu verschiedenen Jahreszeiten Exemplare ohne Heterocysten und ohne Dauerzellen, Exemplare nur mit Dauerzellen oder nur mit Heterocysten, und Exemplare mit Dauerzellen und Heterocysten. Nach Smith werden in den Seen von Wisconsin die Dauerzellen hauptsächlich in den kälteren Monaten gebildet. Lemmermann gibt für das Zwischenahner Meer folgende Tabelle:

Fig. 342. *Aphanizomenon flos aquae*. *a* Lager mit sterilen Fäden (300×); *b* einzelner Faden mit Dauerzelle (750×, beide nach Smith).

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Steril	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
Nur Heterocysten .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nur Dauerzellen .	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+
Heterocysten und Dauerzellen . .	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+

Im Heterocysten- und Dauerzellenlosen Zustand zeigt die Alge eine Ähnlichkeit mit *Oscillatoria Agardhii*, ist aber von ihr durch die Einschnürungen an den Querwänden der Zellen verschieden.

var. *Klebahnii* Elenk. — Zellen 3,2—4,4 μ breit, 4,4—5 μ lang, Heterocysten 4—4,4 μ breit, 7,5—12 μ lang, Dauerzellen 4—6,5 breit, 18—55 μ lang. — In Sümpfen in Rußland.

2. **Aphanizomenon gracile** Lemm. — Trichome meist einzeln, selten in Bündeln. Zellen 2—3 μ breit, 2—6 μ lang. Hetero-

cysten 3 μ breit, 5,5—7 μ lang. Dauerzellen zylindrisch, mit abgerundeten Enden, in der Mitte leicht eingeschnürt (immer?), 4,5—5,5 μ breit, 22—30 μ lang. — Planktonisch in stehenden Gewässern; auch in salzhaltigem Wasser.

3. **Aphanizomenon Kaufmanni** Schmidle. — Trichome 2 bis 3 μ breit, blaugrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende manchmal spiralig gewunden. Zellen zylindrisch, 6 bis 12 μ lang; Endzelle zugespitzt, bis 16 μ lang. Heterocysten terminal, 2—4 μ breit, lang-ellipsoidisch, 5—8 μ lang. Dauerzellen zu 1—3, lang-ellipsoidisch bis fast zylindrisch mit abgerundeten Enden, 5 μ breit, 10—12 μ lang, meist neben oder nahe den Heterocysten. — Planktonisch im Nil; erzeugt alljährlich durch massenhaftes Auftreten das Phänomen des „grünen Nil".

4. **Aphanizomenon Holsaticum** P. Richt. — Trichome meist in Bündeln. Zellen abgerundet-quadratisch oder länger als breit, 6—8 μ breit, 8—8,5 μ lang. Heterocysten unbekannt. Dauerzellen zylindrisch, mit abgerundeten Ecken und schwach angeschwollener Mitte, so breit wie die vegetativen Zellen, 35 bis 60 μ lang. — In einem Teich bei Oldesloe.

Die Art ist ungenügend bekannt.

Nostoc Vaucher.

Trichome meist überall gleich breit, mit durchwegs gleichgestalteten vegetativen Zellen, ± dicht durcheinander geschlungen, mit dicken, schleimigen, im Innern der Lager zusammenfließenden, an der Peripherie meist erhalten bleibenden Scheiden, zu Schleim- oder Gallertlagern von oft bedeutenden Dimensionen vereinigt. Lager mit einer festen, Cuticula-artigen Außenhaut, oder ohne solche, aber nur selten zerfließend und formlos, in der Jugend kugelig, später oft ausgebreitet, höckerig oder blattartig, manchmal in Lappen zerrissen. Fäden im Innern des Lagers regellos angeordnet oder ± deutlich radial ausstrahlend. Heterocysten interkalar, an den keimenden Hormogonien terminal, einzeln oder häufig in Reihen. Dauerzellen in Reihen, meist aus allen Zellen der Trichome gebildet. Hormogonien aus allen Fäden eines Lagers gebildet, bei der Keimung durch Längsteilungen oder schiefe Teilungen eine Spirale bildend, die sich später in einzelne Stücke zerlegt und unter reichlicher Schleimproduktion das junge Lager bildet.

Bei einer Reihe von Arten wurden Keimungen von Heterocysten beobachtet. Bei *N. insulare* verwandeln sich nach Borzi die Heterocysten konstant in Dauerzellen (vgl. S. 20). Ein besonders günstiges Objekt für das Studium der Heterocystenkeimungen ist *N. commune*, das im Winter in ein warmes Zimmer gebracht und in Benecke-Nährlösung submers gezogen, nach einigen Wochen immer Keimungen der Heterocysten zeigt.

Die Keimung der Hormogonien ist noch nicht bei allen Arten bekannt. Im wesentlichen lassen sich zwei Typen unterscheiden, je nachdem bei der Keimung Längsteilungen erfolgen und ein scheinbar zweireihiger Faden entsteht, oder ob gleich schiefe Teilungen, die zu einer Spirale führen, auftreten. Die Hormogonien entstehen entweder direkt aus dem Keimling der Dauerzellen oder aus dem Thallus.

Größere Lager zeigen im Innern ein ganz anderes mikroskopisches Bild als an der Oberfläche. Im Innern fließen die Scheiden zusammen und bilden eine einheitliche Schleimmasse, in der die Trichome ziemlich lose liegen; an der Peripherie sind die Scheiden in der Regel erhalten, oft geschichtet und braun gefärbt, die Trichome liegen dichter. Bei vielen Arten, die im Alter locker angeordnete Trichome besitzen, sind die Trichome in den ersten Jugendstadien dicht gelagert.

Die Bildung der Dauerzellen erfolgt oft im ganzen Lager in allen Trichomzellen. Im allgemeinen entstehen die ersten Dauerzellen von den Heterocysten entfernt.

Manche Formen führen Pseudovakuolen in den Zellen, so *N. Kihlmanni*, wie es scheint, immer, andere, wie *N. Linckia* und *N. commune*, nur zeitweise. Die Rolle der Pseudovakuolen ist wie im allgemeinen so auch hier noch unklar. Eigentümlich ist, daß bei *N. Linckia* speziell die Hormogonien Pseudovakuolen besitzen.

Die Arten leben entweder submers, und zwar in stehenden wie in fließenden Gewässern, oder aërophytisch. *N. commune* kommt an extrem trockenen Standorten, wie zwischen Ruderalpflanzen auf dauernd der Sonne exponierten Schotterflächen u. dgl. vor. *N. muscorum* findet sich sowohl auf feuchter Erde wie auch in Thermen bei einer Temperatur von 55° C.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Freilebend[1]).
  1. Lager ohne feste Außenschicht.
    A. Lager scheibenförmig, an der Peripherie wachsend.
      a) Fäden dicht verflochten, Trichome 3—4 (—5) μ breit, Dauerzellen 8—12 μ breit. **N. cuticulare** 1.
      b) Fäden locker verflochten, Trichome 2,5—3,5 μ breit, Dauerzellen 3,5—4 μ breit. **N. disciforme** 2.
    B. Lager mikroskopisch klein, rundlich oder formlos.
      a) Scheiden eng.
        α) Trichome (2,4—) 3—4,4 μ breit. Dauerzellen mit farbloser Außenschicht. **N. punctiforme** 3.
        β) Trichome 2,5—3 μ breit, Dauerzellen mit brauner Außenschicht. **N. entophytum** 4.
      b) Scheiden weit. **N. paludosum** 5.
    C. Lager anfangs kugelig, später unregelmäßig gelappt, oft flach ausgebreitet, groß.
      a) Wasserbewohner.
        α) Fäden dicht verflochten, Scheiden farblos. **N. Linckia** 6.
        β) Fäden locker verflochten.
          * Scheiden an der Peripherie des Lagers deutlich, meist gelbbraun.
            † Dauerzellen kugelig. **N. piscinale** 7.
            †† Dauerzellen länglich.
              X Heterocysten 5—6 μ breit, Dauerzellen 7—10 μ lang. **N. rivulare** 8.

1) Nur manchmal können Arten *(N. entophytum)* ± zufällig in abgestorbenen Zellen von Wasserpflanzen leben.

XX Heterocysten 7—8 μ breit, Dauerzellen 10—12 μ lang. **N. spongiaeforme** 9.

** Scheiden undeutlich, farblos. **N. carneum** 10.

b) Aërophyten.

α) Zellen zylindrisch.

* Dauerzellen mit rauher Außenschicht. **N. gelatinosum** 11.

** Dauerzellen mit glatter Außenschicht.

† Scheiden undeutlich. **N. Wollnyanum** 12.

†† Scheiden wenigstens an der Peripherie des Lagers deutlich. **N. ellipsosporum** 13.

β) Zellen kürzer oder wenig länger als breit, tonnenförmig, nur bei *N. muscorum* manchmal bis fast 2 mal so lang als breit.

* Fäden oft parallel. **N. Passerianum** 14.

** Fäden nicht parallel.

† Dauerzellen mit glatter Außenschicht.

X Fäden dicht verflochten.

≠ Heterocysten 6—7 μ, Zellen 3—4 μ breit. **N. muscorum** 15.

≠≠ Heterocysten 3—4 μ, Zellen 2,2—3 μ breit. **N. humifusum** 16.

XX Fäden locker verflochten. **N. calcicola** 17.

†† Dauerzellen mit rauher Außenschicht. **N. halophilum** 18.

2. Lager mit fester Außenschicht, anfangs kugelig, später oft gelappt oder fast hautartig.

A. Aërophyten.

a) Lager netzförmig durchbrochen. **N. foliaceum** 19.

b) Lager nicht netzförmig durchbrochen.

α) Scheiden wenigstens an der Peripherie des Lagers deutlich, gelb bis braun.

* Lager groß. **N. commune** 20.

** Lager klein.

† Trichome 8—9 μ, Heterocysten 9—10 μ breit. **N. macrosporum** 21.

†† Trichome 5—8 μ, Heterocysten 7 μ breit. **N. microscopicum** 22.

††† Trichome 2,5—4,5 μ, Heterocysten 5—7 μ breit. **N. fuscescens** var. **mixta** 32.

β) Scheiden undeutlich oder ganz zerfließend.

* Trichome 6—8 μ breit. **N. insulare** 23.

** Trichome schmäler.

† Trichome 4—7 μ breit.

X Dauerzellen kugelig, Zellen an den Enden der Trichome nur 2,5 μ breit. **N. sphaeroides** 24.

XX Dauerzellen ellipsoidisch, Zellen überall 4—5 μ breit. **N. sphaericum** 25.

†† Trichome schmäler als 4 μ.

X Trichome 3—4 μ breit. **N. Borneti** 26.

XX Trichome 2,5—3 μ breit.

≠ Lager sehr klein, Zellen nicht oder wenig länger als breit.
N. minutum 27.
≠≠ Lager groß, Zellen bis $1^1/_2$ mal so lang als breit. **N. repandum** 28.
XXX Trichome 1—1,2 μ breit
N. minutissimum 29.

B. Wasserbewohner.
a) Fäden nicht oder undeutlich radial verlaufend.
α) Lager hautartig oder eine runde Scheibe.
* Zellen 2,5—3 μ breit. **N. Antarcticum** 30.
** Zellen 3—4 μ breit.
† Fäden dicht verflochten. **N. Longstaffi** 31.
†† Fäden locker verflochten. **N. disciforme** 2.
β) Lager nicht hautartig, ± kugelig.
* Lager mit glatter Oberfläche.
† Zellen ohne Pseudovakuolen.
X Fäden locker verschlungen.
N. fuscescens 32.
XX Fäden dicht verschlungen.
≠ Zellen 4—5 μ breit.
N. sphaericum 25.
≠≠ Zellen 5—7 μ breit.
N. coeruleum 33.
†† Zellen mit Pseudovakuolen.
N. Kihlmani 34.
** Lager mit höckeriger Oberfläche.
N. verrucosum 35.
b) Fäden radial verlaufend.
α) Lager festsitzend, scheiben- oder zungenförmig.
N. parmelioides 36.
β) Lager freischwimmend, ± kugelig, manchmal höckerig.
* Heterocysten 6—7 μ breit. **N. pruniforme** 37.
** Heterocysten 8—15 μ breit. **N. Zetterstedtii** 38.

II. Entophytisch-symbiontisch.
1. In den Schleimgängen von *Gunnera*; Zellen 2,4—4,4 μ breit, fast kugelig. **N. punctiforme** 3.
2. Im Plasma von *Geosiphon pyriformis;* Zellen 6 μ breit, langellipsoidisch. **N. symbioticum** 39.
3. In den Atemhöhlen von Lebermoosen. **N. sphaericum** 25.

1. **Nostoc cuticulare** (Bréb.) Born. et Flah. — Lager scheibenförmig, dünn, blaugrün, an Wasserpflanzen Flecken bildend, anfangs mit rundem, später mit unregelmäßigem Umriß. Fäden dicht verflochten, mit weichen, farblosen, stellenweise undeutlichen Scheiden. Zellen tonnenförmig, 3—5 μ breit, so lang wie breit oder etwas länger als breit, blaugrün. Heterocysten wie die vegetativen Zellen, manchmal etwas größer. Dauerzellen kugelig, 8—12 μ groß, mit farbloser, glatter Außenschicht. — In stehenden Gewässern, an Wasserpflanzen.

2. **Nostoc disciforme** Fritsch (Fig. 343). — Lager blaß blaugrün, durchsichtig, flach, in der Jugend mit rundem Umriß,

mit deutlicher, aber dünner, nicht sehr fester Außenschicht, anfangs festsitzend, später freischwimmend, bis 4 mm im Durchmesser. Fäden ± locker verschlungen, mit engen, farblosen, oft undeutlichen Scheiden. Zellen meist kugelig bis tonnenförmig, sehr selten ellipsoidisch, 2,5—3 μ breit. Heterocysten kugelig, flach gedrückt oder tonnenförmig, 5—6,5 μ breit, einzeln oder zu zweien, manchmal auch zu mehreren. Reife (?) Dauerzellen zusammengedrückt-kugelig oder seltener kugelig, 3,5 bis 4 μ breit, in Reihen, mit glatter, farbloser Außenschicht. — In stehendem Wasser auf Lagern von *Phormidium*, Antarktis.

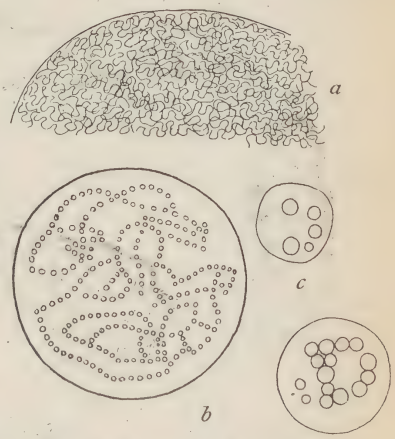


Fig. 343. *Nostoc disciforme.* *a* älteres Lager (30×); *b* jüngeres Lager (140×), *c* Entwicklungsstadien (500×) (alle nach Fritsch).

3. **Nostoc punctiforme** (Kütz.) Hariot. — Lager rundlich, klein, festsitzend. Fäden sehr dicht verflochten. Scheiden eng, farblos. Zellen kurz tonnenförmig bis ellipsoidisch, 3—4 μ breit, blaugrün. Heterocysten 4—6,5 μ groß. Dauerzellen fast kugelig oder länglich, 5—6 μ breit, 5—8 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — In stehenden Gewässern an Wasserpflanzen und in den Schleimgängen und Interzellularen aller *Gunnera*-Arten.

Die Zellen können sich gelegentlich isolieren und teilen, ohne Fäden zu bilden (*Chroococcaceen*-Stadium). Ob die freilebenden Formen mit den in *Gunnera*-Arten lebenden identisch sind, ist noch nicht sicher. Die in den Wurzeln von *Cycas*-Arten lebende Blaualge ist besser zu *Anabaena* zu stellen (*Anabaena Cycadeae*).

var. *populorum* Geitler (Fig. 344). — Kolonien kugelig oder unregelmäßig gestaltet, punktförmig oder zu größeren Überzügen vereinigt, dunkel blaugrün; Fäden sehr dicht verschlungen, oft nicht unterscheidbar; Gallertscheide meist dünn und farblos, manchmal (unter ungünstigen Außenbedingungen) gelb bis braun. Vegetative Zellen kurz tonnenförmig, 2,4 bis 4,4 μ breit, ebenso lang oder wenig länger. Heterocysten ebenso groß oder wenig größer, manchmal kleiner, kugelig, länglich oder zusammengedrückt. Dauerzellen kugelig, ellipsoidisch oder durch gegenseitigen Druck polygonal mit abgerundeten Ecken, 3,2—5,4 μ breit, mit glatter, farbloser oder schwach gelblicher Außenschicht. — Im Saftfluß von Pappeln im Wiener Prater.

4. **Nostoc entophytum** Born. et Flah. — Lager mikroskopisch klein, ± blaugrün. Fäden dicht verflochten. Scheiden eng, anfangs farblos, später braun. Zellen kurz tonnenförmig,

2,5—3 μ breit. Heterocysten etwas größer als die vegetativen Zellen. Dauerzellen kugelig oder leicht zusammengedrückt, 5—6 μ breit, 5—8 μ lang, mit glatter, brauner Außenschicht. — Auf Wasserpflanzen oder in abgestorbenen Zellen derselben, in stehenden, auch salzhaltigen Gewässern.

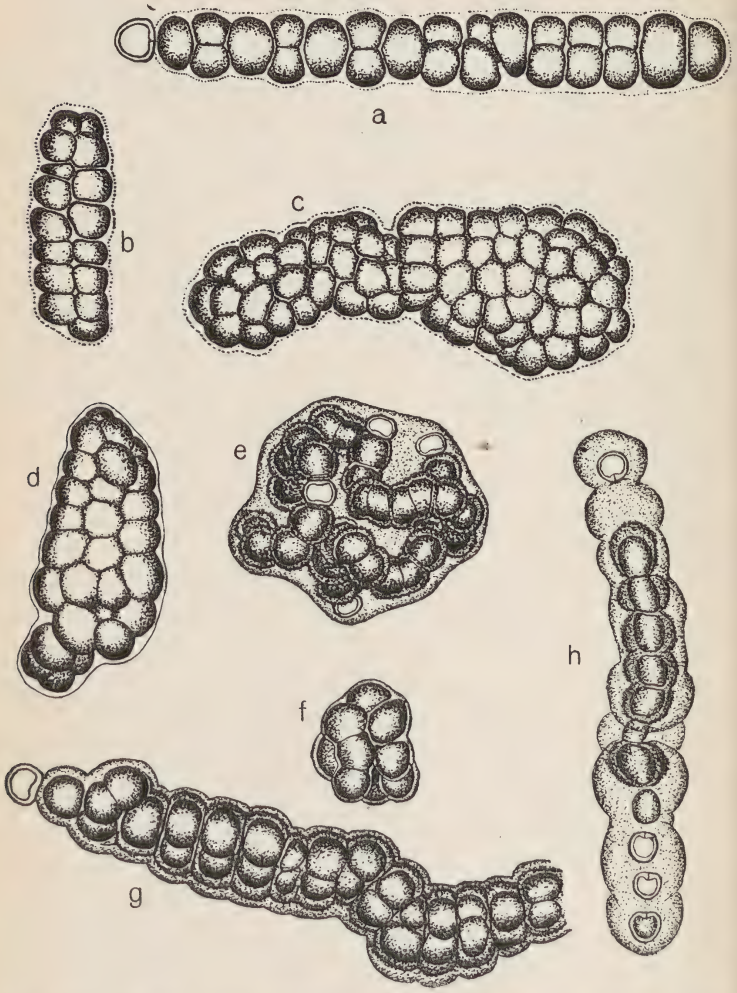


Fig. 344. *Nostoc punctiforme* var. *populorum*. *a*, *b* keimende Hormogonien; *c*, *d* spätere Stadien; *e*, *f* Teile von Lagern mit braunen Scheiden; *g*, *h* keimende Hormogonien, die ein Dauerstadium eingegangen sind; die Scheiden sind dick und braun (900×, nach Geitler).

5. **Nostoc paludosum** Kütz. (Fig. 345). — Lager kaum sichtbar, punktförmig, gallertig. Fäden locker verflochten, mit weiten, farblosen oder gelblichen Scheiden. Zellen tonnenförmig, 3 bis 3,5 μ breit, ebenso lang wie breit, blaß blaugrün, Heterocysten

etwas größer als die vegetativen Zellen. Dauerzellen oval, 4 bis 4,5 μ breit, 6—8 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — In stehenden Gewässern.

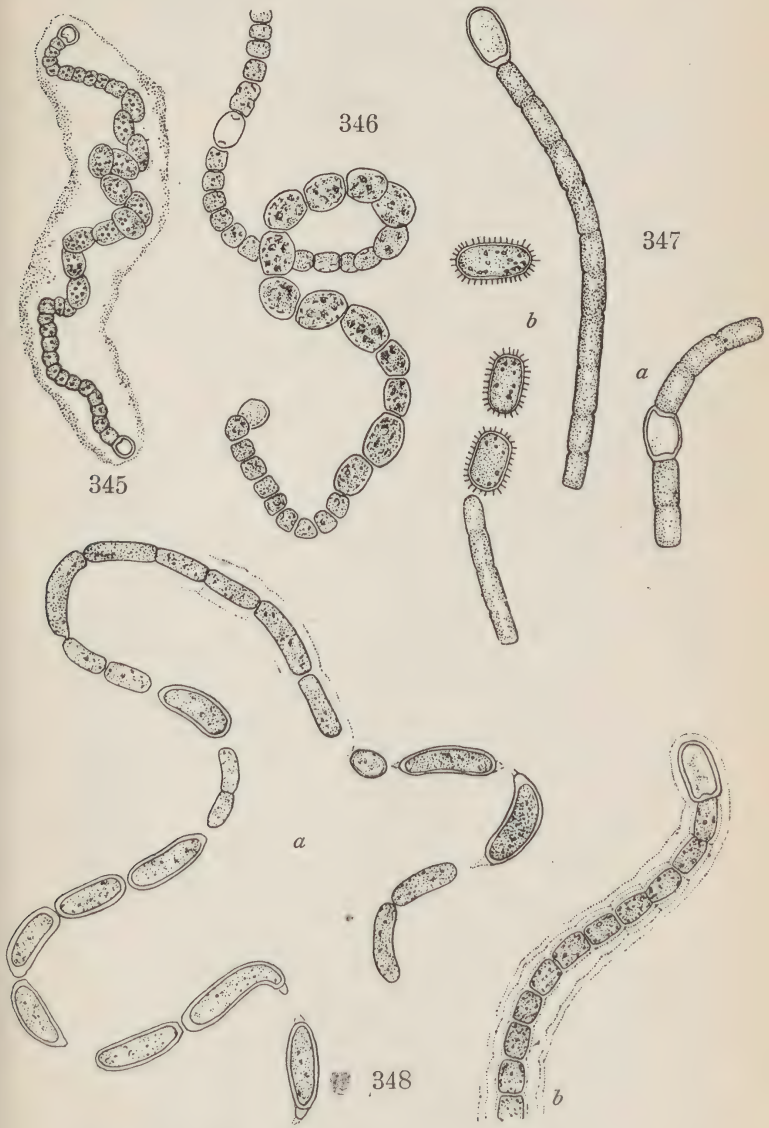


Fig. 345—348. 345 *Nostoc paludosum*, einzelner Faden mit Dauerzellen (nach Janczewski). 346 *N. Linckia*, Faden mit Dauerzellen (nach Bornet). 347 *N. gelatinosum*, *a* sterile Trichome; *b* Dauerzellen (nach Tilden). 348 *N. ellipsosporum*, *a* Fäden mit Dauerzellen; *b* steriler Faden (nach Bornet).

6. **Nostoc Linckia** (Roth) Born. (Fig. 346). — Lager anfangs kugelig, festsitzend, später unregelmäßig ausgebreitet und freischwimmend, gallertig, blaugrün, schwach violett, schmutzig-grün oder braun. Fäden dicht verflochten. Scheiden farblos, nur an der Peripherie des Lagers deutlich. Zellen kurz, tonnenförmig, 3,5—4 μ breit, blaß blaugrün. Heterocysten fast kugelig, 5—6 μ groß. Dauerzellen fast kugelig, 6—7 μ breit, 7—8 μ lang, mit glatter, brauner Außenschicht. — In stehenden Gewässern, anfangs festsitzend, später oft in Massen an der Oberfläche freischwimmend.

   Die Hormagonien besitzen manchmal Pseudovakuolen.

   var. *crispulum* Born. et Flah. — Dauerzellen oval, 6—6,5 μ breit, 9—10 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Form.

7. **Nostoc piscinale** Kütz. — Lager anfangs kugelig, später unregelmäßig höckerig oder blasig aufgetrieben, gallertig, hellblaugrün, olivengrün bis braun. Fäden locker verflochten. Scheiden nur an der Peripherie des Lagers deutlich, braun. Zellen kurz tonnenförmig oder länglich, 3,7—4 μ breit, blaßblaugrün. Heterocysten kugelig oder ellipsoidisch, 4,5—6 μ breit. Dauerzellen kugelig, 6—8 μ breit, mit farbloser, glatter Außenschicht. — In stehenden Gewässern, anfangs festsitzend, später freischwimmend.

8. **Nostoc rivulare** Kütz. — Lager anfangs kugelig, später unregelmäßig zerrissen, gelblich. Fäden locker verflochten. Scheiden nur an der Peripherie des Lagers deutlich, gelb. Zellen fast kugelig, etwas länger als breit, 4—4,2 μ breit. Heterocysten länglich, 5—6 μ breit. Dauerzellen länglich oder tonnenförmig, 6—8 μ breit, 7—10 μ lang, mit glatter, farbloser bis brauner Außenschicht. — In stehenden und fließenden Gewässern, anfangs festsitzend, später freischwimmend.

9. **Nostoc spongiaeforme** Ag. — Lager anfangs kugelig, später unregelmäßig ausgebreitet, warzig-runzelig, blaßblaugrün, violett oder olivenbraun. Fäden locker verflochten. Scheiden nur an der Peripherie des Lagers deutlich, gelbbraun. Zellen 4 μ breit, teils zylindrisch und bis 7 μ lang, teils kurz, tonnenförmig, blaugrün oder violett. Heterocysten 7—8 μ breit, ebenso lang oder etwas länger. Dauerzellen länglich, 6—7 μ breit, 10—12 μ lang, mit glatter, gelber Außenschicht. — In stehenden Gewässern, festsitzend oder freischwimmend.

10. **Nostoc carneum** Ag. — Lager anfangs kugelig, später blasig-höckerig oder häutig und ausgebreitet, weich und schlüpfrig-schleimig, fleischfarben, rotbräunlich, violett, rosa oder blaubis olivengrün. Fäden locker verflochten. Scheiden undeutlich. Zellen fast kugelig, tonnenförmig, 3—4 μ breit, fast doppelt so lang als breit. Heterocysten länglich, 6 μ breit. Dauerzellen ellipsoidisch, 6 μ breit, 8—10 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — In stehenden Gewässern, anfangs festsitzend, später oft in Massen an der Wasseroberfläche schwimmend.

11. **Nostoc gelatinosum** Schousboe (Fig. 347). — Lager unregelmäßig ausgebreitet, braun. Fäden locker verflochten. Scheiden nur an der Peripherie des Lagers deutlich, gelbbraun. Zellen lang-zylindrisch, 4 μ breit, 5—10 μ lang. Heterocysten

ellipsoidisch, 5 μ breit, 6—10 μ lang. Dauerzellen länglich, 6—8 μ breit, 8—14 μ lang, mit rauher, blaßbrauner Außenschicht. — Auf feuchter Erde, an feuchten Felsen.

12. **Nostoc Wollnyanum** P. Richt. — Lager anfangs kugelig, bis erbsengroß, olivengrün oder gelblich, später ausgebreitet, schleimig, formlos, gelb- bis rötlichbraun oder blaugrünlich. Fäden locker verflochten. Scheiden undeutlich. Zellen länglich-zylindrisch oder ellipsoidisch, 3—4,5 μ breit, $2^1/_2$—$3^1/_2$ mal so lang als breit, blaß blaugrün. Heterocysten fast kugelig oder länglich-ellipsoidisch, 5—6 μ breit. Dauerzellen kugelig oder ellipsoidisch, 7—8 μ breit, 8—14 μ lang, mit glatter, gelbbrauner Außenschicht. — An Wänden in Warmhäusern.

13. **Nostoc ellipsosporum** (Desmaz.) Rabh. (Fig. 348). — Lager gallertig, ziemlich fest, unregelmäßig ausgebreitet, flach, höckerig oder wellig, olivengrün bis rötlichbraun. Fäden locker verflochten. Scheiden an der Peripherie des Lagers deutlich, braun. Zellen zylindrisch, 4 μ breit, 6—14 μ lang, olivengrün oder blaugrün. Heterocysten fast kugelig oder länglich, 6—7 μ breit, 6—14 μ lang. Dauerzellen ellipsoidisch oder lang zylindrisch, manchmal gekrümmt, 6—8 μ breit, 14—19 μ lang, mit glatter, farbloser oder gelblicher Außenschicht. — Zwischen Moosen, auf feuchter Erde und an Felsen.

14. **Nostoc Passerianum** Born. et Thur. — Lager häutig bis fast krustenförmig, mit rundlichem Umriß, gallertig, schmutzig olivengrün, olivengelb oder braun. Fäden dicht gedrängt, oft parallel verlaufend. Zellen kurz tonnenförmig oder ellipsoidisch, 4 μ breit, 5—7 μ lang. Heterocysten fast kugelig oder länglich, 5 μ breit. Dauerzellen oval, 6 μ breit, 8 μ lang, mit glatter, gelblicher Außenschicht. — Auf feuchter Erde.

15. **Nostoc muscorum** Kütz. (Fig. 349). — Lager gallertig-hautartig, anfangs ± kugelig, später flach ausgebreitet, faltig-höckerig, 2—5 cm im Durchmesser, schmutzig olivengrün bis gelbbraun. Fäden dicht verflochten. Scheiden nur an der Peripherie des Lagers deutlich, gelbbraun. Zellen kurz-tonnenförmig oder zylindrisch, 3—4 μ breit, bis doppelt so lang als breit. Heterocysten fast kugelig, 6—7 μ breit. Dauerzellen länglich, 4—8 μ breit, 8—12 μ lang, mit glatter, gelber Außenschicht. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen, an Felsen; auch in Thermen.

16. **Nostoc humifusum** Carm. — Lager gallertig-schleimig, unregelmäßig höckerig, olivengrün bis schwarzbraun. Fäden dicht verflochten. Scheiden meist deutlich, gelb. Zellen tonnenförmig, fast kugelig oder länglich, 2,2—3 μ breit, bis doppelt so lang als breit. Heterocysten fast kugelig, 3—4 μ breit. Dauerzellen fast kugelig oder oval, 4 μ breit, 4—6 μ lang, mit glatter, gelber Außenschicht. — Auf feuchter Erde, an Felsen; auch in Warmhäusern.

17. **Nostoc calcicola** Bréb. — Lager schleimig, leicht zerfließend, schmutzig-oliven-, grau- oder blaugrün, von unbestimmter Form, oft bis 5 cm im Durchmesser. Fäden locker verflochten. Scheiden meist undeutlich oder nur an der Peripherie des Lagers deutlich, farblos oder gelbbraun. Zellen tonnenförmig,

fast kugelig, 2,5—4 μ breit, blaß blaugrün. Heterocysten fast kugelig, 4 μ breit. Dauerzellen fast kugelig, 3—4 μ breit, 4—5 μ lang, mit glatter, gelber Außenschicht. — An Wänden, meist in Warmhäusern.

18. **Nostoc halophilum** Hansg. — Lager anfangs kugelig, bis kirschgroß, später zerfließend und formlos, kastanien- bis

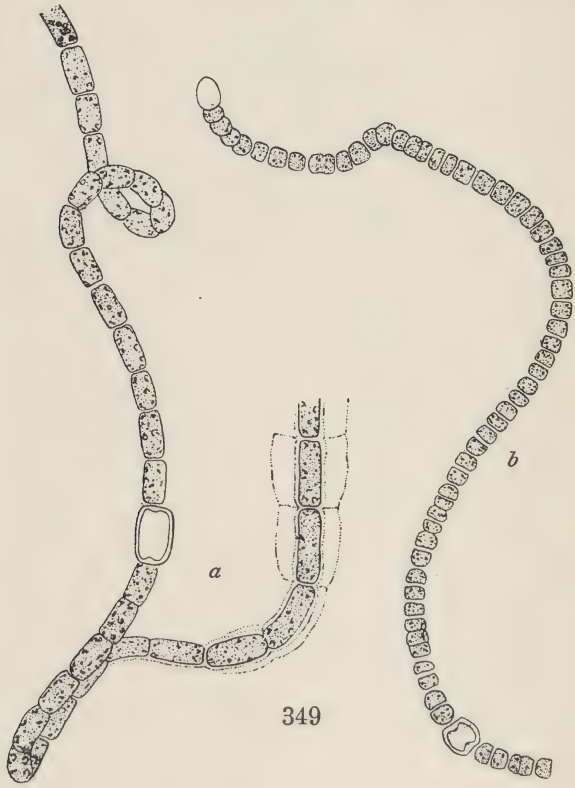


Fig. 349. *Nostoc muscorum*, *a* Faden mit zylindrischen; *b* mit tonnenförmigen Zellen (nach Bornet).

olivenbraun. Fäden locker verflochten. Scheiden an der Peripherie des Lagers deutlich, gelbbraun, 6—9 μ dick. Zellen tonnenförmig, 3—4 μ breit, 1—2mal so lang als breit, blaß blaugrün oder gelblich. Heterocysten 4 μ breit. Dauerzellen ellipsoidisch oder kugelig, 5—7 μ breit, 6—15 μ lang, mit gelbbrauner, rauher Außenschicht. — Am Rand von Salzsümpfen auf feuchtem Boden.

19. **Nostoc foliaceum** Mougeot. — Lager mit fester Außenschicht, gallertig, anfangs kugelig, später ausgebreitet, ausgehöhlt oder netzartig zerrissen, olivenfarben bis gelbbraun. Fäden dicht verflochten. Scheiden nur an der Peripherie des Lagers deutlich, gelbbraun. Zellen kurz, tonnenförmig bis

fast kugelig, 4 μ breit. Heterocysten fast kugelig, 7 μ breit. Dauerzellen meist oval, 7 μ breit, 7—10 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Zwischen Moosen, auf feuchtem Boden.

20. **Nostoc commune** Vaucher (Fig. 350). — Lager anfangs kugelig, später flach ausgebreitet, hautartig-gallertig, faltig oder wellig, manchmal unregelmäßig zerrissen, mehrere Zentimeter groß, meist olivengrün bis braungrün oder gelb bis gelbbraun, mit fester Außenschicht. Fäden dicht verflochten. Scheiden meist nur an der Peripherie des Lagers deutlich, dick und gelbbraun, oft geschichtet. Zellen kurz-tonnenförmig oder fast kugelig, 4,5—6 μ breit, 5 μ lang, blaß olivengrün. Heterocysten fast

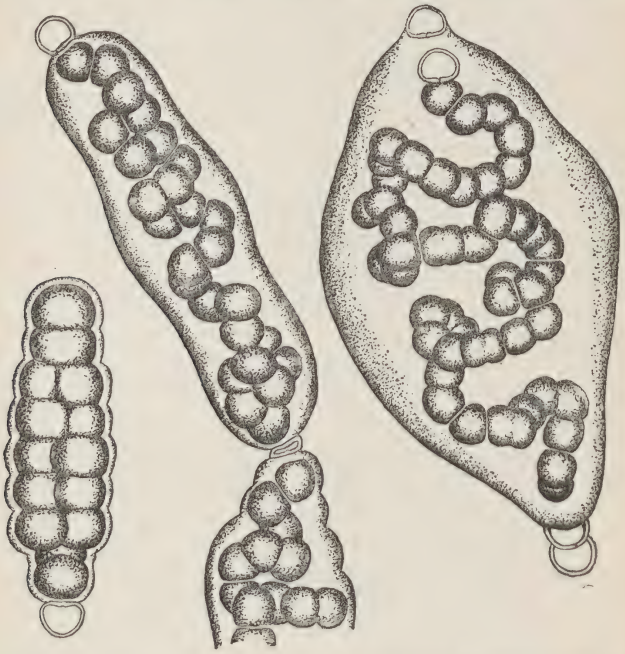


Fig. 350. *Nostoc commune*, links keimendes Hormogonien, Mitte späteres Stadien, rechts junges Lager (900×, nach Geitler).

kugelig, oft zu mehreren, 7 μ breit. Dauerzellen ein einziges Mal beobachtet, so groß wie die vegetativen Zellen, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Auf Erde, Wiesen und Wegen, oft an sehr trockenen Standorten; gelegentlich auch am Rand von Salzsümpfen.

Das Lager wird im trockenen Zustand papierartig dünn und fast schwarz. Es hat dann eine sehr große Ähnlichkeit mit welken Blättern. Zwischen den Fingern läßt es sich zu Pulver zerreiben. — In manchen Gegenden der Alpen mit feuchtem Klima sind die Lager in riesigen Mengen entwickelt und liegen überall auf Wegen, wo sie besonders bei Regen auffallend werden. — Über die Heterocysten vgl. S. 291.

var. *flagelliforme* (Berk. et Curtis) Born. et Flah. (Fig. 351). — Lager faden- oder zungenförmig, mehrere Zentimeter lang, oft nur 2—4 mm breit. Fäden parallel zu den Strängen angeordnet. — Auf feuchter Erde, auf Sandboden.

Vielleicht wäre diese auffallende und wenig bekannte Form besser als eigene Art zu bezeichnen.

21. **Nostoc macrosporum** Menegh. — Lager kugelig, mit fester Außenschicht, klein, meist nur bis 1 mm groß, fest, blau-,

Fig. 351. *Nostoc commune* var. *flagelliforme*, Lager in natürlicher Größe nach einem Herbarexemplar (Wittr.-Nordst., Alg. exs. 687) (Original).

oliven- oder braungrün. Fäden locker verflochten. Scheiden meist deutlich, gelb. Zellen tonnenförmig, fast kugelig bis scheibenförmig, 8—9 μ breit, blaß blaugrün. Heterocysten fast kugelig, 9—10 μ breit. Dauerzellen kugelig oder etwas abgeplattet, mit dünner, glatter Außenschicht. — Auf feuchter Erde, an Felsen, oft zusammen mit *Scytonema myochrous*.

Stockmayer tritt für eine Vereinigung dieser Art mit der folgenden ein.

22. **Nostoc microscopicum** Carm. — Lager kugelig oder ellipsoidisch, bis 1 cm groß oder nur selten etwas größer, mit fester Außenschicht, olivengrün bis braun. Fäden locker verflochten.

Scheiden meist deutlich, gelb. Zellen tonnenförmig, fast kugelig, 5—8 μ breit, lebhaft blaugrün, olivengrün oder selten violett. Heterocysten fast kugelig, 7 μ breit. Dauerzellen oval, 6—7 μ breit, 9—15 μ lang, mit glatter Außenschicht. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen an Felsen, oft zusammen mit *Gloeocapsa Alpina* und *Trentepohlia aurea*.

Die Lager sind meistens mikroskopisch klein oder nur 1—2 mm groß. — Ob die Art mit *N. macrosporum* identisch ist, wie Stockmayer glaubt, ist fraglich.

23. **Nostoc insulare** Borzi. — Lager klein, selten bis 1 mm groß, kugelig, birn- oder eiförmig, fest, olivenbraun, mit fester, dünner Außenschicht, zu dichten Gruppen vereinigt. Scheiden nicht sichtbar. Zellen tonnenförmig, 6—8 μ breit. Heterocysten kugelig, etwas größer als die vegetativen Zellen, in Dauerzellen sich verwandelnd. — Auf feuchter Erde auf der Insel Lampedusa.

Die Art ist durch das eigentümliche, aber leider nur ungenügend beschriebene Verhalten der Heterocysten interessant.

24. **Nostoc sphaeroides** Kütz. — Lager kugelig, bis erbsengroß, ziemlich weich, schmutzig oliven- oder blaugrün, mit fester Außenschicht. Fäden dicht gedrängt, an den Enden verjüngt. Scheiden meist fehlend. Zellen kurz, tonnenförmig oder fast kugelig, 4—7 μ breit, an den Enden der Trichome oft verlängert und nur 2,5 μ breit. Heterocysten 6—7 μ breit. Dauerzellen kugelig, mit dicker, rauher, brauner Außenschicht. — Auf feuchter Erde, an nassen Felsen, auf Strohdächern, am Grund alter Bäume u. dgl.

25. **Nostoc sphaericum** Vauch. (Fig. 352). — Lager anfangs kugelig, bis kirschgroß, später unregelmäßig gelappt und mehrere Zentimeter groß, olivengrün, gelb bis violettbraun, mit fester Außenschicht. Fäden dicht verflochten. Zellen kurz, tonnenförmig oder fast kugelig, 4—5 μ breit. Scheiden meist fehlend. Heterocysten fast kugelig, 6 μ breit. Dauerzellen oval, 5 μ breit, 7 μ lang, mit glatter, bräunlicher Außenschicht. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen, in stehenden Gewässern an Wasserpflanzen; in den Atemhöhlen von Lebermoosen (*Blasia*, *Pellia* usw.).

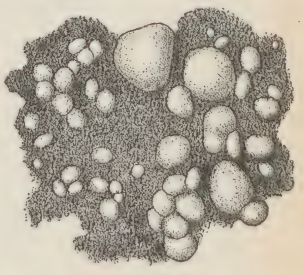


Fig. 352. *Nostoc sphaericum*, mehrere Lager in natürlicher Größe (nach R. Wettstein).

26. **Nostoc Borneti** Gain. — Lager kugelig, sehr klein, bis 400 μ groß, fest, glatt, blaugrün, einzeln oder anfangs zu mehreren beisammen, mit fester Außenschicht. Fäden dicht verflochten. Scheiden nicht sichtbar, in hyaline Gallerte zerfließend. Zellen 3—4 μ breit, kugelig oder etwas zusammengedrückt. Heterocysten kugelig oder elliptisch, 5 μ breit. Dauerzellen schwach oval, 5,5 μ lang. — Antarktis, zwischen Moosen.

27. **Nostoc minutum** Desmaz. — Lager klein, bis 10 mm groß, anfangs kugelig, später ausgebreitet, mit fester Außenschicht.

Fäden dicht verflochten. Zellen tonnenförmig, 2,5—3 μ breit. Heterocysten 4—5 μ breit. Dauerzellen unbekannt. — Auf feuchter Erde, Blumentöpfen u. dgl.

28. **Nostoc repandum** W. et G. S. West. — Lager unregelmäßig ausgebreitet, zerrissen, bis 15 cm groß, dünn, olivengrün. Fäden dicht verflochten. Zellen blaß blaugrün, 2,5 μ breit, tonnenförmig bis ellipsoidisch, bis $1^1/_2$ mal so lang als breit. Heterocysten kugelig, 4,5 μ breit. Dauerzellen fast kugelig, 7,5—9,5 μ breit, mit farbloser, glatter Außenschicht. — An vulkanischen Felsen in Afrika.

29. **Nostoc minutissimum** Kütz. — Lager sehr klein, kugelig, hart, mit fester, brauner (?) Außenschicht. Fäden dicht verflochten. Zellen 1—1,2 μ breit, fast kugelig, lebhaft blaugrün. Scheiden fehlend. Dauerzellen 2mal so breit als die vegetativen Zellen. — In stehenden Gewässern oder auf feuchter Erde.

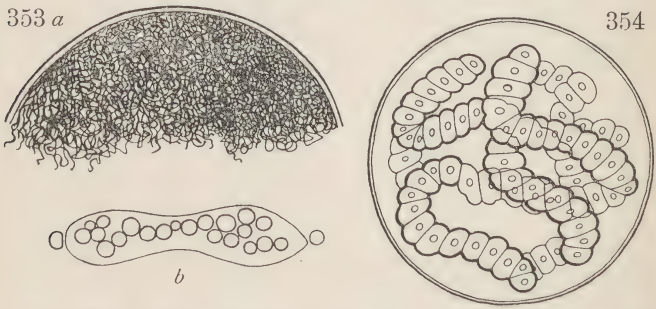


Fig. 353, 354. 353 *Nostoc Longstaffi*. *a* Rand des Lagers (30×); *b* gekeimtes Hormogonium (500×). 354 *N. fuscescens* (400×) (alle nach Fritsch).

30. **Nostoc Antarcticum** W. et G. S. West. — Lager anfangs klein kugelig, blaß blaugrün, später unregelmäßig ausgebreitet, bis 4,5 cm groß, sehr dünn, hautartig, mit fester Außenschicht, braun. Fäden sehr dicht verschlungen. Zellen kugelig oder schwach ellipsoidisch, 2,5—3 μ breit, infolge der dichten Lagerung ein scheinbares Parenchym bildend. Heterocysten 6—7 μ breit, meist zu 2—5. Dauerzellen kugelig-ellipsoidisch, mit glatter Außenschicht. — In stehendem Wasser, Antarktis.

Steht *N. minutum* nahe, läßt sich jedoch durch die Größe der Lager und die außerordentlich dichte Lagerung der Trichome von diesem unterscheiden.

31. **Nostoc Longstaffi** Fritsch (Fig. 353). — Lager lebhaft blaugrün, undurchsichtig, mit dünner, aber fester Außenschicht, in der Jugend länglich, anfangs festsitzend, später freischwimmend, eine dünne, runde oder ovale Scheibe mit etwas unregelmäßigen Rand bildend, nicht zusammenfließend, bis 12 mm im Durchmesser. Trichome dicht verflochten, stark gekrümmt, oft mit deutlichen, dicken, hyalinen, an den Querwänden der Zellen eingeschnürten Scheiden. Zellen kugelig, bisweilen ellipsoidisch (nach der Teilung kurz tonnenförmig), 3—4 μ breit, lebhaft blaugrün. Heterocysten ± kugelig, einzeln, 5—6 μ breit, Dauer-

zellen kugelig, mit glatter Außenschicht, 5 μ groß. — In stehendem Wasser, auf *Phormidium*-Lagern, Antarktis.

32. **Nostoc fuscescens** Fritsch (Fig. 354). — Lager anfangs kugelig, festsitzend (?), später freischwimmend, gelbbraun, braun oder schwärzlich-braun, im Alter ± hohl und zerrissen, bis 10 mm groß, mit dünner Außenschicht. Trichome leicht verschlungen, oft stark gekrümmt, bisweilen parallel. Scheiden in jungen Lagern deutlich sichtbar, in alten nur an der Peripherie, geschichtet, äußere Schichte zerfließend, hyalin oder blaß gelbbraun und an den Querwänden der Trichome leicht eingeschnürt, innere Schichte dunkel- bis schwärzlichbraun und an den Querwänden stark eingeschnürt, in den inneren Teilen älterer Lager oft blaß gelbbraun oder hyalin und zerfließend. Zellen kugelig oder bisweilen tonnenförmig, 3—4 μ breit, blaß blaugrün; Heterocysten meist nicht in den Scheiden eingeschlossen, kugelig oder manchmal schwach länglich oder elliptisch, mit schwach zugespitzten Enden, 5—7 μ breit, 6—7,5 μ lang; Dauerzellen unbekannt. — In stehendem Wasser, Antarktis.

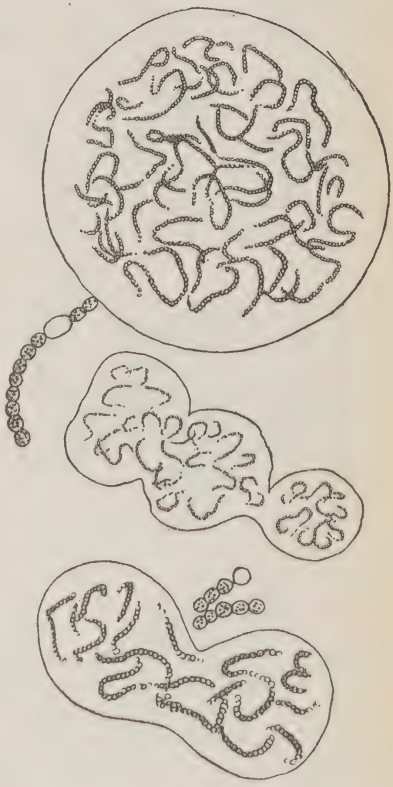


Fig. 355. *Nostoc Kihlmani* (nach Bachmann).

var. *mixta* Fritsch. Junge Lager ohne oder mit undeutlichen Scheiden, fast farblos, alte Lager oft mit nicht zerfließenden, deutlichen, geschichteten Scheiden. Zellen 4,5 μ breit. Lager bis 1 mm groß. — Bildet kleine kugelige Kolonien auf *Phormidium*-Lagern, Antarktis.

f. *elliptica* (Gain) Fritsch. — Lager klein, fest, kugelig, braun. Fäden locker verflochten. Scheiden deutlich, dick, braun, 13—16 μ weit. Zellen ellipsoidisch, 2,5—3 μ breit, 4—5 μ lang. Heterocysten fast kugelig, 5—6 μ breit. Dauerzellen unbekannt. — Zwischen Moosen, Antarktis.

33. **Nostoc coeruleum** Lyngb. — Lager kugelig, bis 1 cm groß, mit fester Außenschicht, meist lebhaft blaugrün, seltener bräunlich. Fäden dicht verflochten. Scheiden meist undeutlich. Zellen kurz-tonnenförmig oder fast kugelig, 5—7 μ breit. Heterocysten fast kugelig, bis 10 μ breit. Dauerzellen unbekannt. —

In stehenden Gewässern, an Wasserpflanzen oder freischwimmend, auch auf Faulschlamm in Seen.

34. **Nostoc Kihlmani** Lemm. (Fig. 355). — Lager freischwimmend, kugelig oder länglich, mit fester Außenschicht, bis 450 μ breit und 600 μ lang, im Wasser weiß erscheinend. Fäden vielfach gewunden. Scheiden fehlend. Zellen fast kugelig, mit Pseudovakuolen, 4—7 μ breit. Heterocysten fast kugelig, 6—8 μ breit. Dauerzellen unbekannt. — In stehenden Gewässern.

35. **Nostoc verrucosum** Vaucher (Fig. 356). — Lager anfangs kugelig oder halbkugelig, später höckerig, flach ausgebreitet, aber dick und nicht häutig, im Alter im Innern weich oder hohl, bis 10 cm groß, schwarzgrün bis oliven- oder dunkelbraun, mit fester Außenschicht. Fäden an der Peripherie des Lagers dicht verflochten. Scheiden dick, an der Peripherie des Lagers gelbbraun, im Innern farblos oder fehlend. Zellen kurz tonnenförmig, 3—3,5 μ breit. Dauerzellen oval, 5 μ breit, 7 μ lang, mit glatter, gelber Außenschicht. — In stehenden und fließenden Gewässern, an Steinen festsitzend, später freischwimmend.

Fig. 356. *Nostoc verrucosum*, oben Trichome und ein Hormogonium *(H)*, unten keimende Hormogonien (nach Thuret).

Bei der Keimung der Hormogonien entsteht zunächst ein sehr dichter Fadenknäuel (Fig. 356, unten rechts), der sich erst spät auflockert. — In schnellfließenden Gebirgsbächen meiden die Lager die Stellen der stärksten Wasserbewegung. In fließendem Wasser scheinen in der Regel nur sehr selten Dauerzellen ausgebildet zu werden. — In der Jugend sind die Lager fest, im Alter weich und blasenartig. — Gelegentlich läßt sich im Innern der Lager eine radiale Anordnung der Fäden wie bei den drei folgenden Arten beobachten.

36. **Nostoc parmelioides** Kütz. — Lager scheiben- bis zungenartig, manchmal fast kugelig, mit fester Außenschicht. Fäden vom Zentrum ausstrahlend, an der Peripherie dicht verflochten. Scheiden meist nur an der Peripherie deutlich, gelb. Zellen kurz tonnenförmig oder fast kugelig, 4—4,5 μ breit. Heterocysten kugelig, 6 μ breit. Dauerzellen oval, 4—5 breit, 7 bis 8 μ lang, mit glatter, gelber Außenschicht. — In fließendem Wasser an Steinen u. dgl.

37. **Nostoc pruniforme** Ag. — Lager kugelig oder ellipsoidisch, bis hühnereigroß, mit fester Außenschicht, olivenfarben bis schwarzbraun oder lebhaft blaugrün. Fäden locker verflochten, vom Zentrum ausstrahlend. Scheiden meist deutlich, farblos oder seltener gelb. Zellen kurz tonnenförmig oder etwas länger als breit, 4—6 μ breit. Heterocysten 6—7 μ breit, fast kugelig.

Dauerzellen (?) kugelig, 10 μ groß. — In stehenden Gewässern, freischwimmend, auch auf dem Schlamm von Seen.

Die Dauerzellen, die Naumann beschreibt, dürften nur vergrößerte vegetative Zellen sein. Ihre Größe beträgt bis 10 μ. Nähere Angaben über die Beschaffenheit der Wand fehlen.

38. **Nostoc Zetterstedtii** Aresch. (Fig. 357). — Lager mit fester Außenschicht, ± kugelig, bis haselnußgroß oder größer, manch-

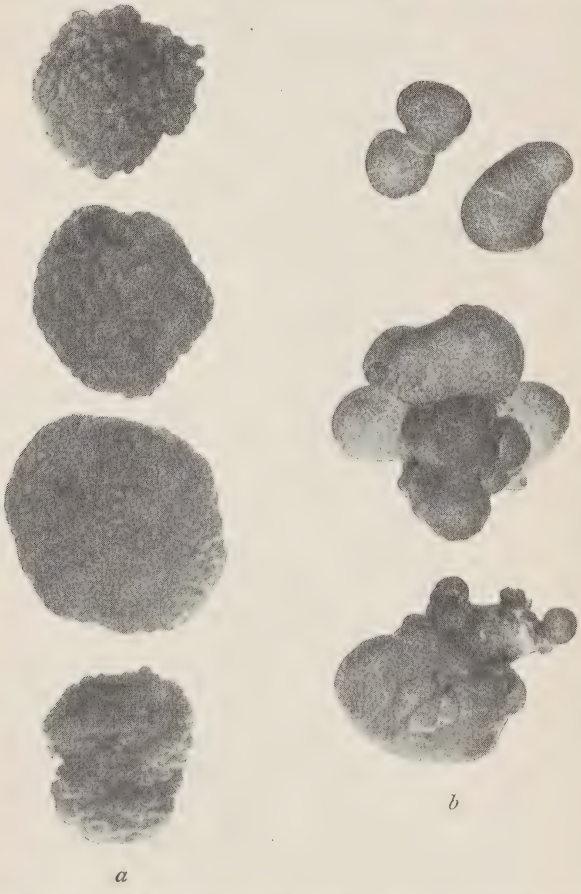


Fig. 357. *Nostoc Zetterstedtii*. *a* normale, kleinhöckerige Lagerform; *b* glatte Lagerform (1×, nach Naumann).

mal ziemlich glatt, manchmal höckerig und gelappt, oder ausgefressen oder abgeflacht, lederartig, fest. Fäden vom Zentrum ausstrahlend, an der Peripherie dicht verflochten. Scheiden an der Peripherie deutlich, gelb, im Innern fehlend. Zellen tonnenförmig, fast kugelig oder länglich, 4 μ breit. Heterocysten fast kugelig, einzeln oder zu mehreren, 8—15 breit, mit dicker Hülle (?). Dauerzellen (?) kugelig, 5—7 μ groß. — Freischwimmend in Seen.

Naumann erwähnt Dauerzellen. Angaben über die Wand der Dauerzellen fehlen. — Die Lager können ein ziemlich verschiedenes Aussehen bieten. Naumann unterscheidet den normalen kleinhöckerigen Typus (Fig. 357 *a*), die glatte Lagerform (*b*), die zentrifugal ausgefressene Lagerform und die abgeflachte Lagerform.

39. **Nostoc symbioticum** F. Wettstein (Fig. 358). — Fäden dicht verflochten, im Innern der Blasen von *Geosiphon pyriformis*. Zellen ellipsoidisch, 6 μ breit, 12 μ lang. Heterocysten 6 μ breit, 9 μ lang. Dauerzellen 5—6 μ breit, bis 9 μ lang. — Intrazellulär in *Geosiphon pyriformis* auf einem Krautacker in Oberösterreich.

Fig. 358. *Geosiphon pyriformis*, Teil einer Pflanze mit 7 Blasen; in den Blasen die dichten Knäuel von *Nostoc symbioticum* (N) (ca. 66×, neugezeichnet nach F. Wettstein).

Die Wirtspflanze ist eine Siphonee, die an *Botrydium* erinnert, aber keine Chromathophoren besitzt. Die Assimilation findet mit Hilfe des im Plasma der Blasen lebenden *Nostoc* statt. Die Pflanze stellt einen biologisch außerordentlich interessanten Typus dar (Vgl. S. 46).

Fig. 359. *Wollea saccata*. *a* Trichom mit Heterocyste und Dauerzellen; *b* einige Lager (*a* 190×, *b* $^3/_4$×, nach Wolle).

Wollea Born. et Flah.

Trichome überall gleich breit, mit zusammenfließenden Scheiden, gerade oder leicht gebogen, ± parallel gelagert, ein weiches, schlauchförmiges, anfangs festsitzendes, später freischwimmendes Gallertlager bildend. Heterocysten interkalar. Dauerzellen in Reihen, neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt.

Einzige Art:

Wollea saccata (Wolle) Born. et Flah. (Fig. 359). — Lager zylin-

drisch-walzenförmig, gallertig, weich, außen gewellt, 2 bis 6 mm breit, meist zu mehreren beisammen. Trichome ± gerade und parallel. Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, 4—5 μ breit, blaugrün. Heterocysten ellipsoidisch oder fast kugelig, etwas breiter als die vegetativen Zellen. Dauerzellen in Reihen, zu beiden Seiten der Heterocysten, 7 μ breit, 15 bis 22 μ lang. — In stehenden Gewässern, anfangs festsitzend, später freischwimmend.

Die Form ist ungenau bekannt und bedarf weiterer Untersuchung.

Anabaena Bory.

Trichome überall gleich breit, mit zarten, ± zerfließenden Scheiden. Fäden einzeln oder zu schleimigen Gallertflöckchen oder weichen, hautartigen Lagern vereinigt. Heterocysten interkalar. Dauerzellen einzeln oder meist in Reihen, entweder von unbestimmter Lage oder neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt.

Über die interessanten Lagebeziehungen zwischen Heterocysten und Dauerzellen vgl. S. 20.

Die meisten Arten sind typische Planktonten und treten oft in großen Massen Wasserblüten bildend auf. Kolkwitz zählte bei *A. flos-aquae* im cm^3 20000 Fäden. Manche Formen besitzen Pseudovakuolen. Aus fließendem Wasser ist keine Form bekannt, auf feuchter Erde leben nur wenige (*A. variabilis*, *A. gelatinicola*). Interessant ist der Raumparasitismus von *A. Azollae* in den Höhlungen von *Azolla*-Arten und das Vorkommen von *A. Cycadeae* in den Wurzelknöllchen von *Cycadeen*.

Die Systematik der Arten ist außerordentlich schwierig; viele Formen bedürfen weiterer Klärung. — Bei der von Schmidle beschriebenen *A. luteola* handelt es sich jedenfalls um zweireihige Keimlinge von Hormogonien einer *Nostoc*-Art.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Freilebend.

1. Dauerzellen fehlend, Heterocysten sehr selten vorhanden, Zellen deutlich voneinander abgesetzt; Fäden ± gerade. **A. constricta** 1.
2. Dauerzellen unbekannt (fehlend?), Heterocysten reichlich vorhanden.
   A. Zellen nierenförmig; Fäden spiralig gewunden. **A. reniformis** 2.
   B. Zellen kugelig.
      a) Zellen 4—5 μ breit, Fäden ± spiralig gewunden. **A. contorta** 3.
      b) Zellen 7—8 μ breit. **A. cupressophila** 4.
3. Dauerzellen vorhanden, Heterocysten reichlich.
   A. Lage der Dauerzellen wechselnd[1]), bald neben den Heterocysten, bald von ihnen entfernt, oder immer von den Heterocysten entfernt.

1) Bei *A. Lemmermanni* und *A. flos-aque* aber meist neben den Heterocysten.

a) Trichome ± gerade.
α) Dauerzellen kugelig.
* Zellen 7,2—12 μ breit.
† Zellen 7,2 μ breit. **A. Werneri** 5.
†† Zellen 8,5—12 μ breit. **A. Scheremetievi** 6.
** Zellen 9—15 μ breit. **A. planctonica** 7.
β) Dauerzellen oval oder ellipsoidisch.
* Außenschicht der Dauerzellen glatt.
† Zellen tonnenförmig.
X Endzelle kugelig, Dauerzellen in Reihen. **A. variabilis** 8.
XX Endzelle abgerundet, Dauerzellen einzeln.
≠ Zellen 6—7 μ breit **A. Viguieri** 9.
Zellen 9—15 μ breit. **A. planctonica** 7.
†† Zellen kugelig.
X Zellen ohne Pseudovakuolen. **A. Groenlandica** 10.
XX Zellen mit Pseudovakuolen.
≠ Dauerzellen neben den Heterocysten oder durch wenige vegetative Zellen von ihnen getrennt. **A. limnetica** 11.
Dauerzellen immer von den Heterocysten entfernt. **A. planctonica** 7.
††† Zellen langellipsoidisch. **A. elliptica** 12.
** Außenschicht der Dauerzellen fein papillös. **A. Hallensis** 13.
γ) Dauerzellen ± zylindrisch oder im optischen Längsschnitt sechseckig.
* Dauerzellen zylindrisch.
† Zellen ohne Pseudovakuolen, Trichome zu einem Lager vereinigt.
X Zellen kugelig oder kurz tonnenförmig.
≠ Zellen breiter als 4 μ.
〉 Dauerzellen mit farbloser Außenschicht.
! Dauerzellen 14—20 μ lang. **A. laxa** 14.
!! Dauerzellen 21—41 μ lang. **A. aequalis** 15.
〉〉 Dauerzellen mit gelblicher oder bräunlicher Außenschicht.
! Dauerzellen mit geraden Seiten.
— Heterocysten kugelig. **A. inaequalis** 16.
= Heterocysten länglich.
§ Heterocysten 5,5:6—10 μ groß. **A. oblonga** 17.
§§ Heterocysten 5 : 11 bis 17,6 μ groß. **A. Poulseniana** 18.
!! Dauerzellen schwach biskuitförmig. **A. catenula** 19.
Zellen 2 μ breit.

› Dauerzellen 5 : 23 μ groß.
A. minutissima 20.
›› Dauerzellen 3—5 : 15 μ groß.
A. Jonssoni 21.
XX Zellen ellipsoidisch. **A. Hieronymusii** 22.
XXX Zellen zylindrisch.
≠ Dauerzellen mit glatter, farbloser Außenschicht.
› Dauerzellen 10—12 : 45 μ groß.
A. Felisii 23.
›› Dauerzellen 6,5 : 14,5—17 μ groß.
A. Californica 24.
≠≠ Dauerzellen mit rauher, gelbbrauner Außenschicht. **A. verrucosa** 25.
†† Zellen oft mit Pseudovakuolen, Trichome einzeln, freischwimmend, oder selten (*A. Antarctica*) festsitzend.
X Zellen ± kugelig.
≠ Dauerzellen zylindrisch.
A. solitaria 26.
≠≠ Dauerzellen abgerundet zylindrisch.
A. affinis 27.
XX Zellen länglich.
≠ Dauerzellen (19—)48—58 μ lang.
A. Antarctica 28.
≠≠ Dauerzellen kürzer.
› Zellen 3,5 : 6 μ groß.
A. Halbfassi 29.
›› Zellen 4 : 5—7 μ groß.
A. delicatula 30.
XXX Zellen quadratisch oder zylindrisch.
≠ Zellen 2—2,5 μ breit. **A. Jonssoni** 21.
≠≠ Zellen breiter.
› Zellen bis 9,5 μ lang.
A. Augstumalis 31.
›› Zellen 11—33 μ lang.
A. Levanderi 32.
** Dauerzellen im optischen Längsschnitt sechseckig. **A. macrospora** 33.

b) Trichome verschiedenartig gekrümmt, zu freischwimmenden Gallertflöckchen vereinigt.
α) Dauerzellen zu vielen nebeneinander, meist neben den Heterocysten. **A. Lemmermanni** 34.
β) Dauerzellen einzeln.
* Zellen meist etwas länger als breit.
A. flos-aquae 35.
** Zellen meist kugelig oder etwas kürzer als breit.
A. Hassalii 36.

c) Trichome regelmäßig gewunden, einzeln.
α) Trichomen halbkreis- oder S-förmig gebogen.
* Dauerzellen abgerundet zylindrisch.
A. circinalis 37.
** Dauerzellen kugelig oder fast kugelig.
A. Scheremetievi var. **incurvata** 6.

β) Trichome spiralig gerollt.
* Planktonten.
† Zellen 3—3,5 μ breit. **A. helicoidea** 38.
†† Zellen breiter.
X Trichome 6—14 μ breit. **A. spiroides** 39.
XX Trichome 6 μ breit. **A. flos-aquae** var. **intermedia** f. **spiroides** 35.
** Erdbewohner. **A. gelatinicola** 40.

B. Lage der Dauerzellen bestimmt, neben den Heterocysten.
a) Dauerzellen an einer Seite der Heterocysten.
α) Zellen kugelig oder fast kugelig. **A. sphaerica** 41.
β) Zellen quadratisch bis zylindrisch.
* Dauerzellen mit glatter Außenschicht.
† Trichome gerade. **A. hyalina** 42
†† Trichome verschiedenartig gekrümmt. **A. Volzii** 43.
** Dauerzellen mit bestachelter Außenschicht. **A. Füllebornii** 44.
b) Dauerzellen meist an beiden Seiten der Heterocysten.
α) Dauerzellen kugelig. **A. sphaerica** 41.
β) Dauerzellen ± zylindrisch.
* Zellen kugelig oder tonnenförmig.
† Dauerzellen nicht in der Mitte eingeschnürt.
X Zellen 2,7—4 μ breit.
≠ Zellen 2,7 μ breit. **A. oscillarioides** var. **tenuis** 46.
≠≠ Zellen 3—4 μ breit. **A. Baltica** 45.
XX Zellen breiter.
≠ Zellen 4—6 μ breit. **A. oscillarioides** 46.
≠≠ Zellen 7,5—9 μ breit. **A. Lapponica** 47.
≠≠≠ Zellen 12 μ breit. **A. Bornetiana** 48.
†† Dauerzellen in der Mitte leicht eingeschnürt (biskuitförmig). **A. torulosa** 49.
** Zellen quadratisch oder zylindrisch.
† Dauerzellen bis 38 μ lang.
X Dauerzellen 5—8 μ breit. **A. cylindrica** 50.
XX Dauerzellen 10—12 μ breit. **A. orthogona** 51.
†† Dauerzellen bis 57 μ lang. **A. subcylindrica** 52.

II. Trichome im Innern anderer Pflanzen lebend.
1. In *Azolla*. **A. Azollae** 53.
2. In *Cycas*. **A. Cycadeae** 54.

1. **Anabaena constricta** (Szafer) Geitler (= *Pseudanabaena constricta* [Szaf.] Lauterb.) (Fig. 360). — Zellen abgerundet-zylindrisch, in der Mitte meist mehr oder weniger eingeschnürt, 6—10 μ lang, 5—7 μ breit, blaugrün, mit deutlichem mantelförmigen Chromatoplasma. Heterocysten kugelig, 5 μ groß. — Auf Faulschlamm weit verbreitet.

Es wurden bisher nur zwei Heterocysten (an einem Faden) gefunden. — In Kulturen werden Gallertscheiden ausgebildet,

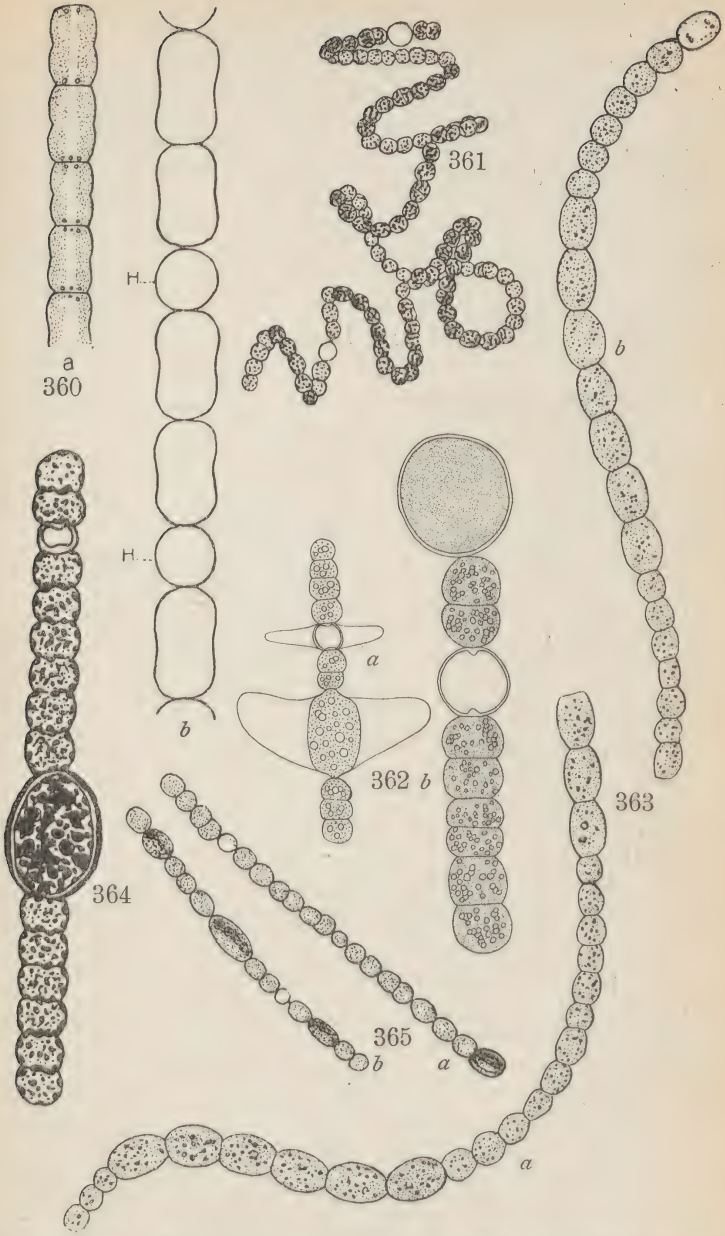


Fig. 360—365. 360 *Anabaena constricta*. *a* Trichomstück ohne, *b* mit zwei Heterocysten (*a* 750×, nach Lauterborn; *b* 1500×, nach Koppe). 361 *A. contorta* (nach Bachmann). 362 *A. planctonica* (*a* 300×, nach Virieux; *b* 618×, nach Smith). 363 *A. variabilis* (nach Kützing). 364 *A. Viguieri* (1000×, nach Denis). 365 *A. Groenlandica*, *a* steril; *b* mit drei Dauerzellen (nach Bachmann).

die manchmal mehrere Trichome enthalten. — Die Form weicht durch die deutlich voneinander abgesetzten Zellen von den anderen *A.*-Arten ab. Weitere Untersuchungen sind notwendig.

2. **Anabaena reniformis** Lemm. — Fäden einzeln, regelmäßig spiralig gewunden, ohne Gallerthüllen. Windungen dicht, 16 bis 17 μ breit. Zellen nierenförmig, schwach gekrümmt, 4 μ breit, 7—8 μ lang, mit Pseudovakuolen. Heterocysten fast kugelig, mit abgestutzten Enden, ca. 4 μ breit. Dauerzellen unbekannt. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

3. **Anabaena contorta** Bachm. (Fig. 361). — Trichome einzeln, teils spiralig, teils mäßig gewunden, ohne Gallerthülle. Zellen kugelig, 4—5 μ breit, mit Pseudovakuolen. Heterocysten kugelig bis länglich, 4—5 μ breit. Dauerzellen unbekannt. — Grönland.

4. **Anabaena cupressophila** Wolle. — Lager schleimig-häutig, dunkelblaugrün. Fäden rosenkranzförmig, mit dünnen Scheiden, fast gerade oder wenig gebogen, meist fast parallel. Zellen 7 bis 8 μ breit, fast $^1/_3$mal so lang als breit. Heterocysten zusammengedrückt kugelig. — Auf den Stämmen von Cedern in Nordamerika.

5. **Anabaena Werneri** Brunnth. — Fäden einzeln, freischwimmend, gerade, mit fast unsichtbarer Gallerthülle. Zellen fast kugelig, 7,2 μ breit, 4,8 μ lang, mit Pseudovakuolen. Heterocysten kugelig, 7,2 μ breit. Dauerzellen kugelig, bis 12 μ breit, von den Heterocysten entfernt. — Planktonisch in einem See Kleinasiens.

6. **Anabaena Scheremetievi** Elenk. (Fig. 366). — Trichome einzeln, freischwimmend, gerade oder fast gerade (250—1500 μ lang) oder seltener halbkreisförmig oder fast kreisförmig gebogen. Zellen kugelig oder kürzer als breit, 8,5—9 μ oder 11—12 (seltener bis 13) μ breit, 6,9—7,5 μ oder 9—10 (seltener bis 11) μ lang, mit Pseudovakuolen. Scheide dünn, undeutlich. Heterocysten kugelig, 8—11 (seltener bis 12) μ breit, mit der äußeren abgehobenen Hülle 15,5 (seltener 16,5) μ breit und 11—13,5 μ lang. Dauerzellen meist von den Heterocysten entfernt, kugelig, 18—22 μ breit oder fast kugelig und 18 bis 20 μ breit, 20—22 μ lang, oder ellipsoidisch, 13—18 μ breit, 19—24 μ lang, einzeln oder zu zweien, mit platter, ziemlich dicker, farbloser oder blaß grünlicher (?) Außenschicht. — In stehenden Gewässern Rußlands.

   var. *recta* Elenk. — Trichome gerade.

      f. *rotundospora* Elenk. — Dauerzellen kugelig oder fast kugelig.

      f. *ovalispora* Elenk. — Dauerzellen ellipsoidisch.

   var. *incurvata* Elenk. — Trichome ± kreisförmig gebogen; Dauerzellen kugelig.

      f. *ovalispora* Schkorbat. — Trichome halbkreisförmig, kreisförmig oder spiralig, mit dicker Gallerthülle, 6—12 μ breit. Heterocysten 7,5—13 μ breit. Dauerzellen ellipsoidisch, 12—16 μ breit, bis 24 μ lang. — Planktonisch in einem See in der Ukraïne.

var. *Ucraïnica* Schkorbat. — Fäden spiralig, mit Hülle bis 70 μ breit; Windungen 40 μ hoch und 40 μ breit; Heterocysten fast kugelig, ca. 12 μ breit. Dauerzellen kugelig, bis 18 μ breit. — Planktonisch in einem See in der Ukraïne.

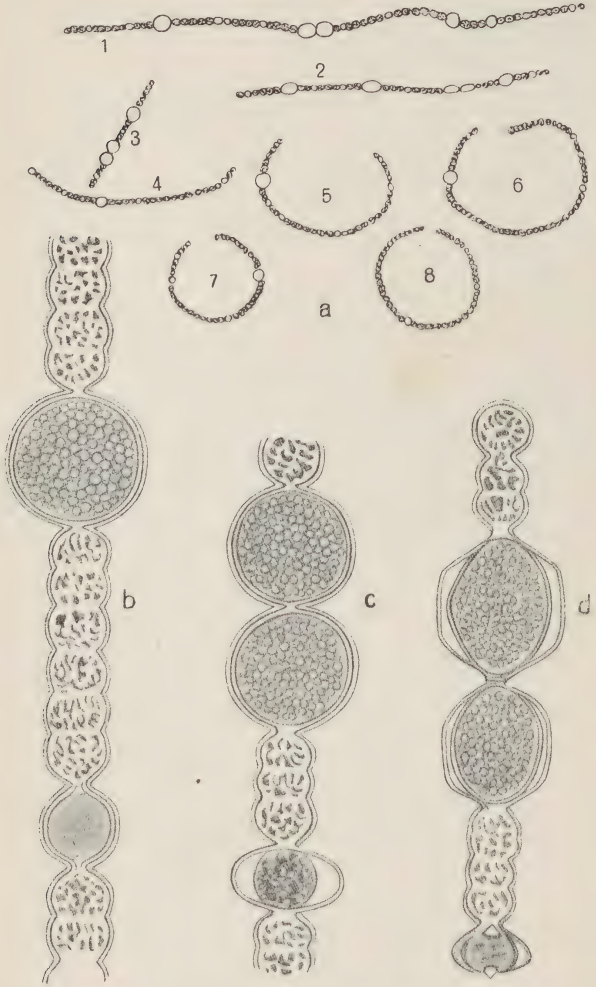
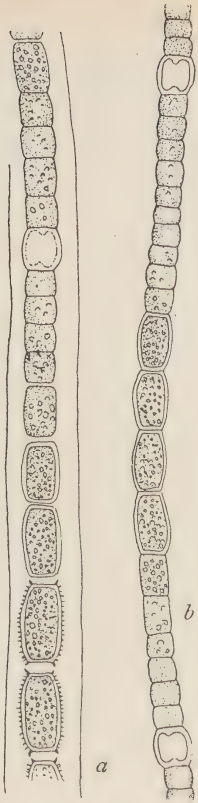


Fig. 366. *Anabaena Scheremetievi.* $a_{1,3}$ var. recta f. rotundospora, a_2 f. ovalispora, a_{4-8} var. incurvata, alle schwach vergrößert; *b*, *c* var. recta f. rotundospora; *b* mit einer Dauerzelle und einer Heterocyste, *c* mit drei Dauerzellen; *d* f. ovalispora (nach Elenkin).

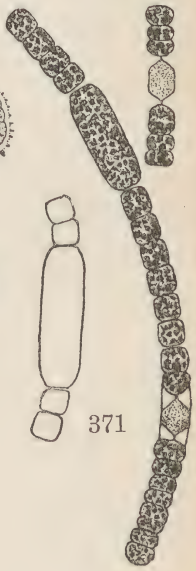
7. **Anabaena planctonica** Brunnth. (Fig. 362). — Trichome einzeln, freischwimmend, gerade, mit 23—30 μ weiter Gallerthülle. Zellen kugelig oder kurz ellipsoidisch, 9—15 μ breit, bis 10 μ lang, meist mit Pseudovakuolen. Heterocysten ± kugelig, 10—14 μ groß. Dauerzellen meist von den Hetero-

367



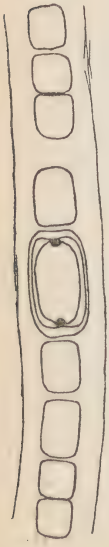
368

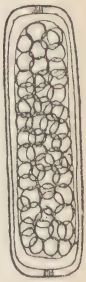
370



371

369a





cysten entfernt, ellipsoidisch oder kugelig, 10—20 μ breit, 15 bis 30 μ lang. — Planktonisch in Seen (Kleinasien, Nordamerika, Schweiz).

Typischerweise sind die Dauerzellen ellipsoidisch; Smith fand in den Seen von Wisconsin eine Form mit kugeligen Dauerzellen.

8. **Anabaena variabilis** Kütz. (Fig. 363). — Trichome zu einem gallertigen, schwarz-grünen Lager vereinigt, meist ohne Gallerthülle, verschiedenartig gekrümmt. Zellen tonnenförmig, 4 bis 6 μ breit, 2,5—6 μ lang, an den Querwänden schwach eingeschnürt. Heterocysten kugelig oder länglich, 6 μ breit, bis 8 μ lang. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, tonnenförmig, in Reihen, 7 bis 9 μ breit, 8—14 μ lang, mit glatter, gelbbrauner Außenschicht. — Auf feuchter Erde und in stehenden Gewässern festsitzend oder freischwimmend.

f. *crassa* Woronich. — Zellen 6—6,5 μ breit, 3—4 μ lang. Heterocysten kugelig, 6,3—11 μ breit. — In Sümpfen, Kaukasus.

9. **Anabaena Viguieri** Denis et Frémy (Fig. 364). — Trichome freischwimmend, gerade, blaß blaugrün, ohne Gallerthülle. Zellen meist tonnenförmig, seltener allipsoidisch, 6 bis 7 μ breit, 4—8,5 μ lang (mit Pseudovakuolen?). Heterocysten kugelig oder zusammengedrückt-kugelig, so groß oder etwas kleiner als die vegetativen Zellen. Dauerzellen einzeln, von den Heterocysten entfernt, ellipsoidisch oder oval, mit glatter, farbloser oder sehr blaß brauner Außenschicht, 12—13 μ breit, bis 17 μ lang. — In stehendem Wasser, Westfrankreich. Bildet eine Wasserblüte.

10. **Anabaena Groenlandica** Bachm. (Fig. 365). — Trichome gerade oder etwas gebogen, ohne Gallerthülle. Zellen kugelig oder elliptisch, 5—6 μ breit, ohne Pseudovakuolen. Heterocysten 3,5 μ breit, kugelig. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, länglich elliptisch, 6 μ breit, 15 μ lang. — Grönland.

11. **Anabaena limnetica** Smith (Fig. 367). — Trichome einzeln, freischwimmend, gerade oder schwach gebogen, mit dicker Gallerthülle. Zellen meist kugelig, 10—15 μ groß, mit Pseudovakuolen. Heterocysten kugelig, 10—14 μ groß. Dauerzellen länglich, mit glatter Außenschicht, einzeln, neben den Heterocysten oder durch einige Zellen von ihnen getrennt, 17—20 μ breit, 20—30 μ lang. — Planktonisch in den Seen von Wisconsin (Nord-Amerika).

12. **Anabaena elliptica** Lemm. — Trichome einzeln, freischwimmend, gerade oder schwach gekrümmt, mit dicker Gallerthülle. Zellen ellipsoidisch, 7 μ breit, 14 μ lang, mit Pseudovakuolen. Heterocysten kugelig bis ellipsoidisch, 7 μ breit, 7—8 μ lang. Dauerzellen einzeln, von den Heterocysten entfernt, ellipso-

Fig. 367—371. 367 *Anabaena limnetica* (825×, nach Smith). 368 *A. Hallensis*. *a*, *b* Fäden mit reifen und unreifen Dauerzellen; *c* Keimung der Dauerzellen (nach Janczewski). 369 *A. Poulseniana*. *a*, *c*, *d* sterile Fäden; *b* Faden mit Dauerzelle; *e* reife Dauerzelle (1200×, nach Boye, P.). 370 *A. catenula* (nach Tilden). 371 *A. Jonssoni* (1200×, nach Boye P.).

idisch, 15—16 μ breit, 25 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

13. **Anabaena Hallensis** (Jancz.) Born. et Flah. (Fig. 368). — Trichome zu einem freischwimmenden, weichen Lager vereinigt, fast gerade, an den Enden verjüngt, während der Reife der Dauerzellen mit deutlicher Gallerthülle. Zellen kurz, tonnenförmig oder fast quadratisch, 4—5 μ breit. Heterocysten tonnenförmig, 5 μ breit. Dauerzellen meist von den Heterocysten entfernt, lang-ellipsoidisch mit abgestutzten Enden, 7—8 μ breit, 10—12 μ lang, mit farbloser, fein papillöser Außenschicht. — In stehenden Gewässern.
14. **Anabaena laxa** A. Br. — Trichome ± gerade, einzeln oder zu mehreren parallel nebeneinander, mit kaum sichtbarer Gallerthülle. Zellen tonnenförmig oder fast kugelig, 4—6 μ breit. Dauerzellen abgerundet-zylindrisch, gerade oder gekrümmt, 6 μ breit, 14—20 μ lang, mit farbloser, glatter Außenschicht. — In stehenden Gewässern.
15. **Anabaena aequalis** Borge. — Trichome zu einem blaugrünen Lager vereinigt, gerade, ohne Gallerthülle. Zellen kurz tonnenförmig, 4,5—5,5 μ breit. Endzelle abgerundet. Heterocysten länglich, 4,5—5,5 μ breit, 6,5—10,5 μ lang. Dauerzellen einzeln oder zu zweien, von den Heterocysten entfernt, zylindrisch, 5—7 μ breit, 21—41 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — In stehenden Gewässern, zwischen Wasserpflanzen.
16. **Anabaena inaequalis** (Kütz.) Born. et Flah. — Trichome zu einem blaugrünen Lager vereinigt, gerade, parallel, mit oder ohne Gallerthülle. Zellen kurz-tonnenförmig, 4—5 μ breit. Endzellen abgerundet. Heterocysten kugelig, 6 μ breit. Dauerzellen einzeln oder zu 2—3, zylindrisch, 6—8 μ breit, 14 bis 17 μ lang, mit glatter, gelblicher Außenschicht. — In stehenden Gewässern, festsitzend oder freischwimmend.
17. **Anabaena oblonga** de Wild. — Trichome gerade, einzeln, ohne Gallerthülle. Zellen kugelig oder kurz tonnenförmig, 3,5—4 μ breit. Heterocysten länglich, 5,5 μ breit, 6—10 μ lang. Dauerzellen zu 2—3, von den Heterocysten entfernt, länglich, 5—6 μ breit, 9—15 μ lang, mit glatter, gelblicher Außenschicht. — In stehenden Gewässern, zwischen anderen Algen.
18. **Anabaena Poulseniana** Boye P. (Fig. 369). — Lager gelatinös, auf untergetauchten Steinen ausgebreitet, länglich-zylindrisch, oder freischwimmend. Trichome gerade oder leicht gekrümmt; Gallerthülle oft sichtbar. Zellen kugelig oder tonnenförmig. 4—4,5 μ breit, ebenso lang oder wenig länger; Endzelle stumpf, kegelförmig. Heterocysten zylindrisch, 5—5,2 μ breit, 11 bis 17,6 μ lang; Dauerzellen zylindrisch, an den Enden rundlich-abgestutzt, 6,4—7,4 μ breit, 15—44 μ lang, oft zu 2—4 nebeneinander, meist von den Heterocysten entfernt, mit dünner, schwach gelblicher Außenschicht. — In stehendem Wasser, Island.
19. **Anabaena catenula** (Kütz.) Born. et Flah. (Fig. 370). — Trichome zu einem blaugrünen Lager vereinigt, verschieden gekrümmt, mit fast zerfließender Gallerthülle. Zellen tonnenförmig, 5—8 μ breit. Heterocysten fast kugelig oder ellipsoidisch, 6—9 μ breit, 9—13 μ lang. Dauerzellen neben den

Heterocysten oder von ihnen entfernt, in Reihen, zylindrisch oder in der Mitte leicht eingeschnürt, 7—10 μ breit, 16—30 μ lang, mit glatter, blaß brauner Außenschicht. — In stehenden Gewässern, freischwimmend oder festsitzend.

20. **Anabaena minutissima** Lemm. — Trichome einzeln oder zu mehreren, ohne Gallerthülle, gerade oder leicht gebogen. Zellen fast kugelig, 2 μ breit. Heterocysten fast kugelig, 2—3 μ breit. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, abgerundet-zylindrisch, 5 μ breit, 23 μ lang. — In Torfsümpfen.

21. **Anabaena Jonssoni** Boye P. (Fig. 371). — Trichome einzeln unter anderen Algen, ohne oder mit engen, hyalinen, schwer sichtbaren Scheiden, die oft nur an den Heterocysten deutlich unterscheidbar sind. Trichome 2—2,5 μ breit, gerade oder gekrümmt. Zellen kurz-zylindrisch oder kurz tonnenförmig, 1—3 μ lang, ohne Pseudovakuolen. Endzelle abgerundet. Heterocysten 6eckig, 2—2,5 μ breit, bis 4 μ lang. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, einzeln, zylindrisch, an den Enden rundlich-abgestutzt, 3—5 μ breit, bis 15 μ lang, mit farbloser, glatter Außenschicht. — In einem See in Nordwest-Island.

22. **Anabaena Hieronymusii** Lemm. — Trichome zu einem blaugrünen Lager vereinigt, gerade oder leicht gekrümmt, ohne Gallerthülle. Zellen ellipsoidisch, 3—4 μ breit, 5—6 μ lang. Heterocysten länglich-tonnenförmig, 2,5—4,5 μ breit, 9—10 μ lang. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, zu 2—4, abgerundet zylindrisch, 5—8 μ breit, 20—36 μ lang. — In stehenden Gewässern.

23. **Anabaena Felisii** (Menegh.) Born. et Flah. — Trichome zu einem blaugrünen, gekröseartigen Lager vereinigt, gerade, parallel. Zellen zylindrisch, an den Querwänden leicht eingeschnürt, 6 μ breit, bis 2mal so lang als breit. Heterocysten länglich, ca. 12 μ lang. Dauerzellen neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt, in Reihen, 10—12 μ breit, bis 45 μ lang, häufig von einer Gallerthülle umgeben. — In stehenden Gewässern.

24. **Anabaena californica** Borge (Fig. 372). — Trichome gerade, parallel, zu einem blaugrünen Lager vereinigt, an den Enden verjüngt, mit rundlich zugespitzter Endzelle. Zellen zylindrisch, ebenso lang oder länger als breit, 5—5,5 μ breit, 5—6 μ lang, tonnenförmig. Heterocysten tonnenförmig, 6,5—7,5 μ breit, 10,5—12 μ lang. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, einzeln oder zu zweien, zylindrisch, gerade, an den Enden rundlich abgestutzt, 6,5 μ breit, 14,5—17 μ lang, mit glatter Außenschicht. — Kalifornien.

25. **Anabaena verrucosa** Boye P. (Fig. 373). — Trichome gerade, mit enger, hyaliner Gallerthülle. Zellen zylindrisch, an den Enden abgerundet, 3—4 μ breit, 4—8 μ lang; Endzelle abgerundet. Heterocysten zylindrisch an den Enden abgerundet, ebenso breit wie die vegetativen Zellen, 3—4 μ breit, 5—8 μ lang. Dauerzellen zylindrisch, einzeln oder zu zweien, an den Enden rundlich abgestutzt, 6—7 μ breit, 12—15 μ lang, sehr häufig mit höckeriger, gelbbrauner Außenschicht. — Zwischen *Sphagnum*, Island.

26. **Anabaena solitaria** Klebahn. — Trichome einzeln, freischwimmend, gerade, mit Gallerthülle (?). Zellen fast kugelig,

8 μ breit, mit Pseudovakuolen. Heterocysten fast kugelig, 8—9 μ breit, 9—10 μ lang. Dauerzellen neben den Heterocysten oder von ihnen entfernt, zylindrisch, an den Enden abgerundet, 9—10 μ breit, 28—35 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

var. *tenuis* Woronich. — Zellen 6 μ breit, ohne Pseudovakuolen. — Zwischen *Sphagnum*, Kaukasus.

27. **Anabaena affinis** Lemm. (Fig. 374). — Trichome zu einem blaugrünen Lager vereinigt, seltener einzeln, gerade oder verschiedenartig gebogen, mit 21 μ weiter Gallerthülle. Zellen meist mit Pseudovakuolen, kugelig oder fast kugelig, 5—7 μ breit. Heterocysten kugelig, 7,5—10 μ breit. Dauerzellen meist von den Heterocysten entfernt, anfangs fast kugelig, später ellipsoidisch und schließlich fast zylindrisch mit abgerundeten Enden, 9,5—12 μ breit, 17—26 μ lang, mit dicker, farbloser, glatter Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern, manchmal Wasserblüten bildend.

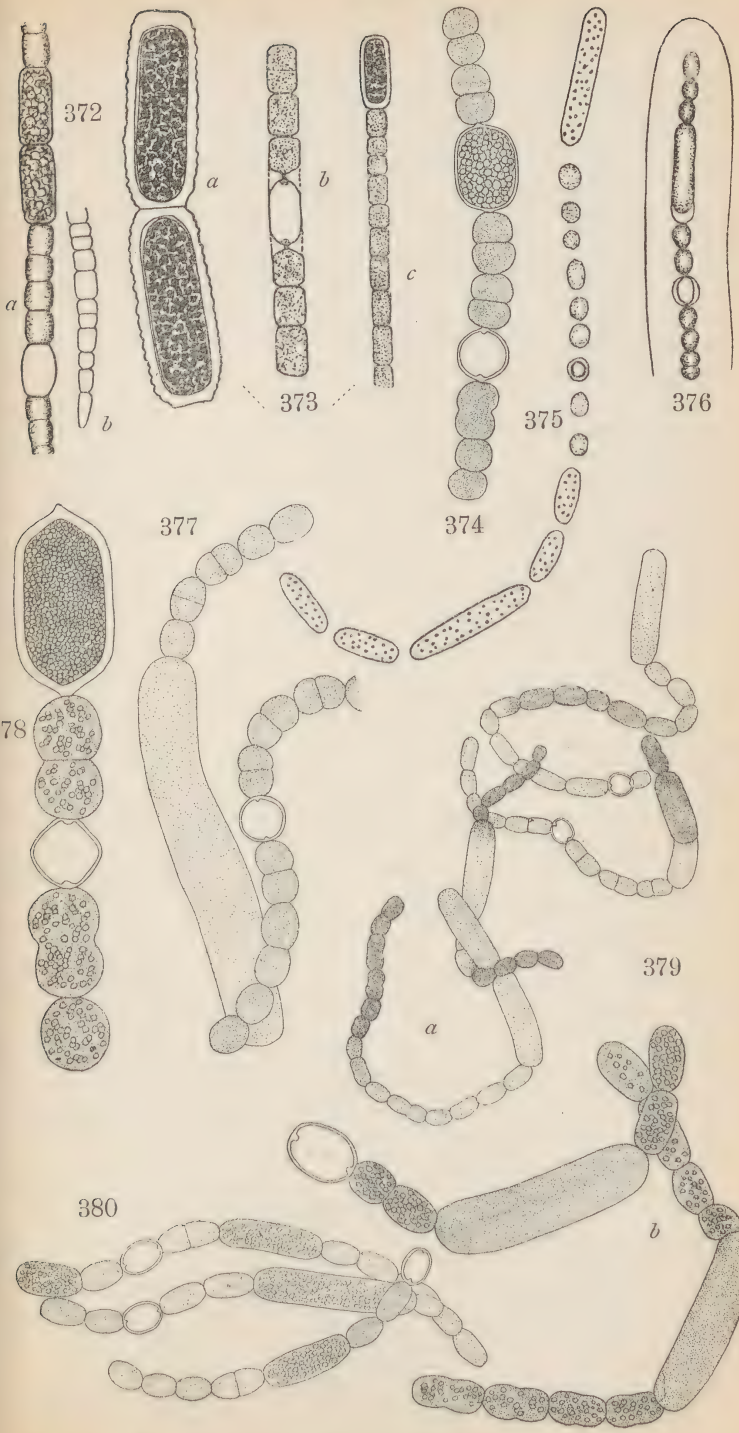
28. **Anabaena Antarctica** Fritsch (Fig. 375). — Fäden einzeln, fast gerade oder leicht gekrümmt, epiphytisch auf *Phormidium*. Gallerthüllen eng, oft undeutlich. Zellen kugelig oder oval, 5,5—7 μ breit, 1—2mal so lang. Heterocysten kugelig oder tonnenförmig, 5,5—7,5 μ breit, einzeln. Dauerzellen in Reihen, meist von den Heterocysten entfernt, zylindrisch, bisweilen leicht gekrümmt, 7,5—9 μ breit, (19—)48—58 μ lang, an den Enden abgerundet oder leicht zugespitzt, mit dünner, glatter Außenschicht. — Antarktis.

29. **Anabaena Halbfassi** Bachm. (Fig. 376). — Trichome gerade, mit weiter Gallerthülle. Zellen ellipsoidisch, 3,5 μ breit, 6 μ lang, mit Pseudovakuolen. Heterocysten ellipsoidisch, 4,5 μ breit, 6 μ lang, mit Gallerthülle. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, zylindrisch, 5 μ breit, 18 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in einem See Spaniens.

30. **Anabaena delicatula** Lemm. — Trichome einzeln, gerade oder leicht gebogen. Zellen länglich, 4 μ breit, 5—7 μ lang. Heterocysten fast kugelig, 4—5 μ breit. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, länglich, fast zylindrisch, 8 μ breit, 17—19 μ lang. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

31. **Anabaena Augstumalis** Schmidle. — Trichome einzeln, ± gebogen, mit undeutlicher Gallerthülle. Zellen zylindrisch oder tonnenförmig, ohne Pseudovakuolen, 4 μ breit, 4—6 μ lang. Heterocysten zylindrisch, 6 μ breit. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, 6 μ breit, 25—56 μ lang. — In Torfsümpfen.

Fig. 372—380. 372 *Anabaena Californica*. *a* Trichom mit zwei Dauerzellen; *b* Trichomende (600×, nach Borge). 373 *A. verrucosa* (*a*, *b* 1200×, *c* 600×, nach Boye P.). 374 *A. affinis* (618×, nach Smith). 375 *A. Antarctica* (400×, nach Fritsch). 376 *A. Halbfassi* (nach Bachmann). 377 *A. Augstumalis* var. *Marchica* (618×, nach Smith.). 378 *A. macrospora* var. *robusta* (618×, nach Smith.). 379 *A. flos-aquae* (*a* 300×, *b* 618×, nach Smith). 380 *A. flos-aquae* var. *Treleasi* (618×, nach Smith).


372
a
b
a
b
373
b
c
374
375
376
377
378
379
a
380
b

var. *Marchica* Lemm. — Trichome ohne Gallerthülle. Zellen 5—7 μ breit, 5,5—9,5 μ lang. Endzelle abgerundet, oft an der Spitze schwach verbreitert. Heterocysten 8—9,5 μ breit, 8—14 μ lang. Dauerzellen 9,5—12 μ breit, 40—70 μ lang. — In Heidetümpeln, auch in Seen.

32. **Anabaena Levanderi** Lemm. — Trichome einzeln, freischwimmend, ± gerade oder schwach gebogen, ohne Gallerthüllen. Zellen mit Pseudovakuolen, zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, abgerundet, 4—6 μ breit, 11—33 μ lang. Endzelle breit abgerundet. Heterocysten fast kugelig oder ellipsoidisch, 7—8 μ breit, 8—14 μ lang. Dauerzellen einzeln oder zu zweien, von den Heterocysten entfernt, anfangs kugelig, später ellipsoidisch, schließlich zylindrisch, 8—15 μ breit, 19 bis 45 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

33. **Anabaena macrospora** Klebahn. — Trichome einzeln, freischwimmend, gerade, selten schwach gekrümmt, mit dicker Gallerthülle. Zellen kugelig oder ellipsoidisch, mit Pseudovakuolen, 5—6,5 μ breit, 5—9 μ lang. Heterocysten kugelig oder fast kugelig, 6—6,5 μ groß. Dauerzellen einzeln oder zu zweien, meist von den Heterocysten entfernt, anfangs fast kugelig, später im optischen Längsschnitt abgerundet sechseckig, 17 μ breit, 26 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

var. *gracilis* Lemm. — Dauerzellen 11—12 μ breit, 17 bis 22 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

var. *crassa* Klebahn. — Zellen fast kugelig, 8—9 μ breit, 5—9 μ lang. Heterocysten 10 μ breit. Dauerzellen 21 μ breit, 33 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

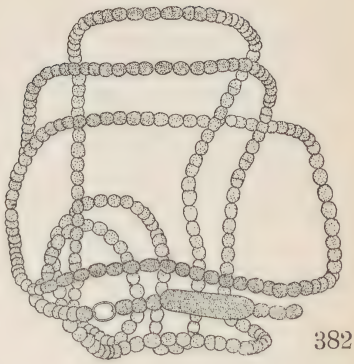
var. *robusta* Lemm. (Fig. 378). — Zellen 12—16 μ breit, 9—12 μ lang. Heterocysten 10—16 μ breit. Dauerzellen 17 bis 20 μ breit, 20—34 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

34. **Anabaena Lemmermanni** P. Richt. (Fig. 391). — Trichome zu einem rundlichen oder länglichen, ca. 150 μ großen Gallertlager vereinigt, verschlungen, von einem gemeinsamen Mittelpunkt ausstrahlend und in weitem Bogen wieder dahin zurückkehrend. Zellen fast kugelig oder etwas länger als breit und gebogen, seltener kürzer als breit, 5,5—7 μ breit, 5—8 μ lang, mit Pseudovakuolen. Heterocysten fast kugelig, 6—7,5 μ breit. Dauerzellen zylindrisch, an den Enden abgerundet, gebogen, 8—11 μ breit, 19—33 μ lang, meist in Reihen und neben den Heterocysten. — Planktonisch in stehenden Gewässern, oft Wasserblüten bildend.

Am Ende der Vegetationsperiode wandeln sich fast alle Zellen mit Ausnahme der äußersten in Dauerzellen um. — Nach Lemmermann schwellen die vegetativen Zellen oft infolge einer Infektion (Pilz?) bis auf 27 μ an; dabei färben sich die Membranen dunkelbraun.

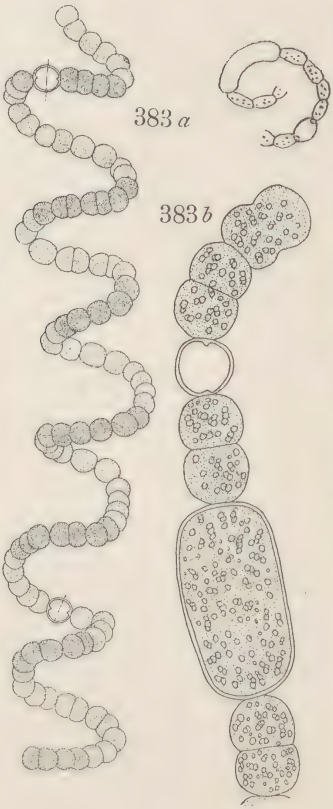
35. **Anabaena flos-aquae** (Lyngb.) Bréb. (Fig. 379). — Trichome zu einem Gallertlager vereinigt, verschlungen. Zellen meist etwas gekrümmt, ellipsoidisch, seltener kugelig, 4—8, meist 5,5 μ breit, 6—8 μ lang, meist mit Pseudovakuolen. Hetero-

381 *a*



382

381 *b*



383 *a*

383 *b*

384

Fig. 381—384. 381 *Anabaena Hassallii* (*a* 300×, *b* 618×, nach Smith). 382 *A. Hassallii* var. *macrospora* (*a* 300×, *b* 618×, nach Smith). 383 *A. spiroides* var. *crassa* (300×, nach Smith). 384 *A. helicoidea* (nach Bérnard).

cysten ellipsoidisch, 4—9 μ breit, 6—10 μ lang. Dauerzellen schwach gebogen, an der Innenseite fast gerade, 6—13 μ breit, 20—50 μ lang, meist einzeln neben den Heterocysten, seltener von ihnen entfernt, mit glatter, farbloser oder gelblicher Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern, oft Wasserblüten bildend.

var. *gracilis* Klebahn. — Trichome zu lockeren Knäueln vereinigt. Zellen 4—5 μ breit, 5—6 μ lang. Heterocysten kugelig, 5—6 μ breit, 5 μ lang. Dauerzellen 5—7 μ breit, 12—25 μ lang, einzeln. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

f. *maior* Elenk. — Zellen 4,5—6,5 μ. Heterocysten 6,6 μ, Dauerzellen 9—12 μ breit. — In Sümpfen in Rußland.

var. *Treleasi* Born. et Flah. (Fig. 380). — Zellen 3—5 μ breit, 4,5—12 μ lang. Heterocysten 4,5—6 μ breit, 6—10 μ lang. Dauerzellen 6—8 μ breit, 20—40 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

var. *minor* W. West. — Zellen 2,5—3 μ breit, Heterocysten 3,5—4,5 μ breit. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

var. *intermedia* Woronich. — Trichome einzeln; Zellen fast kugelig, 6 μ breit, bis 6,6 μ lang. Dauerzellen 14—17,3×8—9,4, von den Heterocysten entfernt. — In einem See im Kaukasus.

f. *spiroides* Woronich. — Trichome regelmäßig spiralig gewunden, mit 2—5 Windungen; Windungen 9—12 μ breit, 20—30 μ hoch. — In einem See im Kaukasus.

36. **Anabaena Hassalii** (Kütz.) Wittr. (Fig. 381). — Trichome zu einem Gallertlager vereinigt, gekrümmt, mit oder ohne Gallerthülle. Zellen kugelig oder etwas zusammengedrückt, 8—14 μ breit, mit Pseudovakuolen. Heterocysten fast kugelig, 8—10 μ breit. Dauerzellen meist von den Heterocysten entfernt, leicht gekrümmt, an der Innenseite fast gerade, manchmal auch abgerundet zylindrisch, 16—18 μ breit, 30—34 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

var. *cyrtospora* Wittr. — Zellen 8—10,5 μ breit. Heterocysten 9—10,5 μ breit. Dauerzellen 12—14 μ breit, 25—36 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

var. *macrospora* Wittr. (Fig. 382). — Zellen 7—8 μ breit Heterocysten 7,5—8,5 μ breit. Dauerzellen wenig gekrümmt, abgerundet zylindrisch, 9—10,5 μ breit, 28—42 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

Schkorbatow beschreibt eine f. *brevispora* mit nur 21 μ langen Dauerzellen aus einem ukraïnischen See.

37. **Anabaena circinalis** (Kütz.) Hansg. — Trichome freischwimmend, meist einzeln, selten zu einem Lager vereinigt, halbkreisförmig oder S-förmig gekrümmt. Zellen länglich-ellipsoidisch, 2,5—5 μ breit, $1^1/_2$—3mal so lang als breit, mit Pseudovakuolen. Heterocysten länglich, 4—5 μ breit, 5—8 μ lang. Dauerzellen einzeln, von den Heterocysten entfernt, schwach gekrümmt, abgerundet-zylindrisch, 6 μ breit, 24—30 μ lang, mit glatter, bräunlicher Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

38. **Anabaena helicoidea** Bérnard (Fig. 384). — Trichome freischwimmend, spiralig gewunden. Zellen 3—3,5 μ breit, 4—5 μ lang. Heterocysten 5 μ breit, 6 μ lang. Dauerzellen von den Heterocysten entfernt, 5 μ breit, 17 μ lang. — In Zementbassins des botanischen Gartens in Buitenzorg.

39. **Anabaena spiroides** Klebahn. — Trichome einzeln, freischwimmend, regelmäßig spiralig gewunden, mit dicker Gallerthülle. Windungen 45—54 μ weit und 40—50 μ hoch. Zellen fast kugelig, 6,5—8 μ breit, meist etwas kürzer als breit, mit Pseudovakuolen. Heterocysten fast kugelig, 7 μ breit. Dauerzellen anfangs kugelig, später schwach gekrümmt, im optischen Längsschnitt fast sechseckig. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

var. *contracta* Klebahn. — Windungen 20—25 μ weit, 10—15 μ hoch. Zellen 7—8 μ breit. Unreife Dauerzellen kugelig, von den Heterocysten entfernt, 14 μ breit. — Wie die typische Art.

var. *Talyschensis* Woronich. — Trichome 170—250 μ lang, mit 3—14 Windungen. Windungen 50—59 μ weit, 16,5—19 μ hoch. Zellen kurz-tonnenförmig, 8—9 μ breit, 2—3 μ lang, mit Pseudovakuolen. Heterocysten kugelig, 8 μ groß. Unreife Dauerzellen oval, 16,5 × 9 μ. — Planktonisch in einem See im Kaukasus.

var. *crassa* Lemm. (Fig. 383). — Zellen 11—14 μ breit, 11—12 μ lang, meist mit Pseudovakuolen. Heterocysten 10 bis 17 μ breit, mit der Hülle 16—21 μ breit. Dauerzellen 20—25 μ breit, 27—42 (meist 27—33) μ lang. Windungen 50—60 μ breit, 45—55 μ hoch. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

40. **Anabaena gelatinicola** Ghose (Fig. 388.). — Lager dick, gallertig. Trichome meist einzeln, spiralig eingerollt, stellenweise gerade. Zellen fast kugelig, 6—7,5 μ breit, an den Enden zugespitzt. Heterocysten 7—8 μ breit, kugelig. Dauerzellen in Reihen, von den Heterocysten entfernt, kugelig, ca. 14 μ groß. — Auf feuchtem Boden in Lahore.

41. **Anabaena sphaerica** Born. et Flah. — Trichome zu einem blaugrünen Lager vereinigt, gerade, parallel, mit undeutlicher Gallerthülle. Zellen kugelig oder kurz-tonnenförmig, 5—6 μ breit. Heterocysten fast kugelig, 6—7 μ breit. Dauerzellen an einer oder an beiden Seiten der Heterocysten, fast kugelig oder oval, 12 μ breit, 12—18 μ lang, einzeln oder zu mehreren nebeneinander, mit glatter, gelbbrauner Außenschicht. — In stehenden Gewässern.

var. *macrosperma* Born. et Flah. — Dauerzellen kugelig, 20 μ groß. — Auf den Antillen.

var. *microsperma* Schmidle. — Dauerzellen 8—10 μ breit, 10—12 μ lang. — Kaiser-Wilhelms-Land, in langsam fließendem Wasser.

var. *tenuis* G. S. West (Fig. 385). — Zellen 4—5 μ breit. Heterocysten 5,5 μ breit. Dauerzellen 10 μ breit, 11—14 μ lang. — Nyassa-See, Afrika.

42. **Anabaena hyalina** Schmidle. — Trichome zu schleimigen Flocken vereinigt, parallel gelagert, seltener einzeln, mit dicken Gallerthüllen. Zellen abgerundet zylindrisch, sehr

hyalin (?), 2—3 μ breit, 4—5 μ lang. Heterocysten abgerundet zylindrisch, breiter als die vegetativen Zellen. Dauerzellen ellipsoidisch, an den Enden gerade abgestutzt, 8 μ breit, 12 μ lang, meist nur an einer Seite der Heterocysten. — Planktonisch in afrikanischen Seen.

43. **Anabaena Volzii** Lemm. — Trichome einzeln, gekrümmt, seltener fast gerade, ohne Gallerthülle. Zellen zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, 4—5,5 μ breit, 7—12 μ lang. Endzelle kegelförmig, abgerundet. Heterocysten fast zylindrisch, 5,5—7 μ breit, 12—15 μ lang. Dauerzellen einzeln, ellipsoidisch, an einer Seite der Heterocysten, 15—21 μ breit, 32—33 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

44. **Anabaena Fülleborniі** Schmidle. — Trichome zu blaugrünen, kleinen, schleimigen Flöckchen vereinigt, verschlungen, mit verschleimenden Gallerthüllen, seltener einzeln. Zellen abgerundet zylindrisch, 5 μ breit. Heterocysten tonnenförmig oder abgerundet zylindrisch, 7 μ breit, 10 μ lang. Dauerzellen an einer Seite der Heterocysten, einzeln, zylindrisch, an den Seiten etwas angeschwollen, ca. 9 μ breit, ca. 23 μ lang, mit gelblicher, fein bestachelter Außenschicht. — In stehenden Gewässern Afrikas.

45. **Anabaena Baltica** J. Schm. — Trichome ohne Gallerthülle, blaß blaugrün, 3—4 μ breit. Zellen fast kugelig bis ellipsoidisch, mit Pseudovakuolen. Heterocysten fast kugelig, oft klein, 4—6 μ breit. Dauerzellen oval oder kurz-zylindrisch, an den Enden abgerundet, zu 2—3, zu beiden Seiten der Heterocysten. — In einem See zusammen mit *Nodularia spumigena* und *Aphanizomenon flos-aquae*.

46. **Anabaena oscillarioides** Bory. — Trichome zu einem schleimigen, schwarzgrünen Lager vereinigt. Zellen tonnenförmig, 4—6 μ breit, so lang wie breit oder etwas länger oder kürzer. Endzelle abgerundet. Heterocysten kugelig oder oval, 6—8 μ breit, 6—10 μ lang. Dauerzellen zu beiden Seiten der Heterocysten, einzeln oder zu 2—3, anfangs oval, später abgerundet-zylindrisch, mit glatter, blaßbrauner Außenschicht, 8—10 μ breit, 20—40 μ lang. — An Wasserpflanzen in Sümpfen, Teichen usw.

var. *tenuis* Lemm. — Zellen abgerundet, quadratisch oder kürzer als breit, 2,7 μ breit. Endzelle kegelförmig. Heterocysten abgerundet-quadratisch oder abgerundet-zylindrisch, 4—4,7 μ breit. Dauerzellen 5,5—6 μ breit, 13—14 μ lang. — In stehenden Gewässern.

f. *globosa* Playfair. — Zellen abgestutzt-kugelig, 4 μ breit. — Australien.

f. *circinalis* Playfair. — Fäden kreisförmig gebogen. Zellen ± kugelig, 5 μ breit. — Australien.

var. *cylindracea* Playfair. — Fäden 4—6(—7) μ breit, an den Enden verjüngt. Zellen quadratisch oder zylindrisch, 2—8, meist 4—6 μ lang, manchmal vakuolisiert (?). Dauerzellen 5—10 μ breit, 12—16 μ lang. — Australien.

var. *stenospora* Born. et Flah. — Endzelle spitz kegelig. Trichome schmäler als bei der typischen Form. Dauerzellen

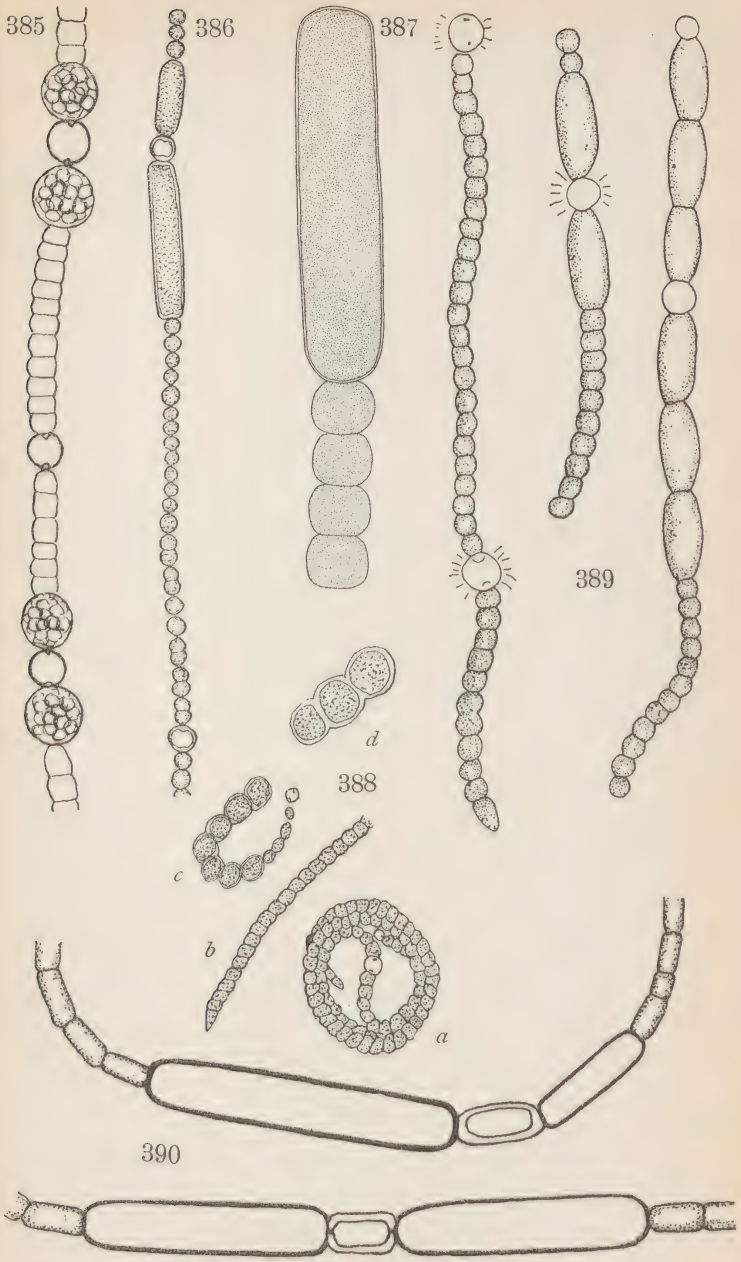


Fig. 385—390. 385 *Anabaena sphaerica* var. *tenuis* (nach Raciborski). 386 *A. Lapponica* (ca. 320×, nach Borge). 387 *A. Bornetiana* (618×, nach Smith). 388 *A. gelatinicola.* *a*, *b* sterile Trichome; *c* Trichom mit Dauerzellen; *d* reife Dauerzellen (350×, nach Ghose). 389 *A. torulosa* (nach Cooke). 390 *A. subcylindrica* (900×, nach Borge).

5—10 μ breit, 16—40 μ lang, meist zu 2—8. — In stehendem Wasser.

var. *Novae Zelandiae* Lemm. — Trichome einzeln, mit Gallerthülle. Zellen fast kugelig, 2—3 μ breit. Dauerzellen 3 μ breit, bis 16 μ lang. — Neu-Seeland.

47. **Anabaena Lapponica** Borge (Fig. 386). — Trichome gerade oder leicht gekrümmt. Zellen kugelig, 7,5—9 μ breit. Heterocysten kugelig, 9—10,5 μ breit. Dauerzellen an einer oder zu beiden Seiten der Heterocysten, einzeln, zylindrisch, 11,5—13 μ breit, bis 85 μ lang, mit glatter Außenschicht. — Zwischen anderen Algen in Pfützen, Schweden.

48. **Anabaena Bornetiana** Collins (Fig. 387). — Trichome zu einem Lager vereinigt, gerade oder schwach gekrümmt. Scheide sehr zart. Zellen kugelig oder tonnenförmig, blaß blaugrün, 12 μ breit, manchmal etwas kürzer als breit. Heterocysten kugelig oder länglich, 13—14 μ breit, 13—20 μ lang. Dauerzellen lang zylindrisch, an den Enden abgerundet und oft verjüngt, 15—20 μ breit, 50—90 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht, zu beiden Seiten der Heterocysten. — In stehenden Gewässern, freischwimmend oder festsitzend.

Smith gibt an, daß die Dauerzellen manchmal auch von den Heterocysten entfernt stehen.

49. **Anabaena torulosa** (Carm.) Lagerh. (Fig. 389). — Trichome zu einem dünnen, blaugrünen Lager vereinigt. Zellen tonnenförmig, 4,2—5 μ breit, ebenso lang oder etwas kürzer. Endzelle kegelig. Heterocysten länglich oder fast kugelig, 6 μ breit, 6—10 μ lang. Dauerzellen zu beiden Seiten der Heterocysten, einzeln oder zu mehreren, abgerundet zylindrisch, in der Mitte manchmal schwach eingeschnürt, 7—12 μ breit, 12—24 μ lang, mit glatter, blaß brauner Außenschicht. — In Salzsümpfen, meist an Wasserpflanzen festsitzend.

50. **Anabaena cylindrica** Lemm. — Trichome zu einem dünnen, lebhaft blaugrünen Lager vereinigt, meist gerade und parallel gelagert, ohne deutliche Gallerthüllen. Zellen fast quadratisch oder zylindrisch, mit abgerundeten Ecken, 3—4 μ breit, 3—5 μ lang. Endzelle abgerundet-kegelig. Heterocysten fast kugelig, länglich oder fast zylindrisch, mit Gallerthülle, 5 μ breit, 6—8 μ lang. Dauerzellen zu beiden Seiten der Heterocysten, einzeln oder zu 2—4, abgerundet-zylindrisch, 5 μ breit, 16 bis 30 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — In stehenden Gewässern, freischwimmend oder an Wasserpflanzen festsitzend.

var. *marchica* Lemm. — Trichome mit deutlicher, 6—8 μ dicker Gallerthülle. Zellen abgerundet-zylindrisch oder fast ellipsoidisch, 4 μ breit, 5—7 μ lang. Heterocysten abgerundet-zylindrisch, 5,5 μ breit, 8—11 μ lang, ohne Gallerthülle. Dauerzellen meist einzeln, 7—8 μ breit, 21—28 μ lang. — Vorkommen wie bei der typischen Art.

51. **Anabaena orthogona** W. West. — Trichome fast gerade, meist einzeln. Zellen an den Querwänden schwach eingeschnürt, fast quadratisch, bis 5 μ breit, blaß blaugrün. Heterocysten kugelig, 6—7,5 μ breit. Dauerzellen einzeln oder zu zweien,

fast rechteckig, 10—12 μ breit, 3—4mal so lang als breit, mit dicker Außenschicht. — In Sümpfen.

52. **Anabaena subcylindrica** Borge (Fig. 390). — Lager anfangs länglich, zylindrisch, später freischwimmende Gallertflöckchen bildend. Trichome gerade oder unregelmäßig gewunden, ± parallel. Zellen zylindrisch, an den Enden leicht abgerundet, 4—4,5 μ breit, 5,5—8 μ lang. Heterocysten zylindrisch, mit hyaliner Hülle, 2—3mal so lang als breit, ohne Hülle 4—4,5 μ, mit Hülle 5—7,5 μ breit, 10—18 μ lang. Dauerzellen einzeln, zu beiden Seiten der Heterocysten, zylindrisch oder manchmal in der Mitte leicht eingeschnürt, an den Enden breit abgerundet oder abgestutzt, 7—8,5 μ breit, bis 57 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Tåkern-See, Schweden.

53. **Anabaena Azollae** Straßb. — Trichome gekrümmt oder fast gerade, blaugrün. Zellen abgerundet zylindrisch, 4—5,5 μ breit, 5 bis 9,5 μ lang. Endzelle abgerundet kegelförmig, 2,7 μ breit, 4 μ lang. Heterocysten bis 9,5 μ breit, bis 11,5 μ lang. Dauerzellen abgerundet-zylindrisch bis fast ellipsoidisch, breiter als die vegetativen Zellen. — In den Höhlungen von *Azolla*-Arten.

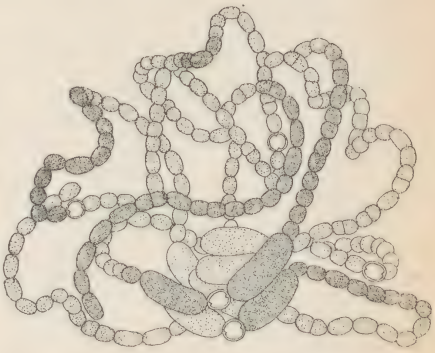


Fig. 391. *Anabaena Lemmermanni* (300×, nach Smith).

Über das Verhältnis der Alge zur Wirtspflanze herrscht noch nicht Klarheit. Wahrscheinlich handelt es sich um einen bloßen Raumparasitismus.

54. **Anabaena Cycadeae** Reinke. — Zellen fast kugelig oder tonnenförmig, bis 4 μ breit, blaugrün. Heterocysten fast kugelig, etwas größer oder kleiner als die vegetativen Zellen, bis 6 μ breit. Dauerzellen tonnenförmig bis ellipsoidisch, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Unterhalb der Rinde in den Wurzelknöllchen von *Cycas*.

Große Teile der Lager sind meistens abgestorben, die Zellen ± isoliert und geschrumpft; das austretende Phykozyan erzeugt violette Farbentöne.

Spratt beobachtet Keimungen der Heterocysten: der Inhalt teilt sich in eine größere Zahl kleiner Zellen, die einzeln austreten und zu neuen, kleinen Fäden auswachsen. Ein ähnliches Verhalten ist sonst nicht bekannt.

Anabaenopsis (Wolosz.) V. Miller.

Trichome meist einzeln, gerade oder regelmäßig kreisförmig-spiralig gewunden, an den Enden mit je einer Heterocyste. Sonst wie *Anabaena*.

Die Heterocysten sind wohl meist interkalar und kommen nur durch Zerreißen der Trichome an den Enden zu stehen. Doch können sich auch sekundäre Heterocysten bilden, die dann echt terminal sind.

Alle Arten sind Planktonten und bisher nur aus Afrika (Tanganyika-See), Java und Rußland bekannt.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Heterocysten kugelig.
  1. Zellen mit Pseudovakuolen. **A. Elenkini** 1.
  2. Zellen ohne[1]) Pseudovakuolen. **A. circularis** 2.

II. Heterocysten länglich.
  1. Heterocysten lang-ellipsoidisch. **A. Tanganyikae** 3.
  2. Heterocysten lang-kegelig. **A. Raciborskii** 4.

1. **Anabaenopsis Elenkini** V. Miller. — Lager freischwimmend. Trichome spiralig gewunden, mit $^3/_4$—$2^1/_2$ Windungen. Zellen ellipsoidisch, 4,6—5,7 μ breit, $1^1/_4$—2mal so lang als breit, mit Pseudovakuolen. Heterocysten kugelig, 4,6—6,7 μ breit. Dauerzellen einzeln, seltener zu zweien, kugelig, 8,3—10,7 μ groß, oder breit ellipsoidisch und 8,3—10,5 μ breit, 9,3—12 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — In stehendem Wasser, Rußland. Bildet eine dunkelbraune Wasserblüte.

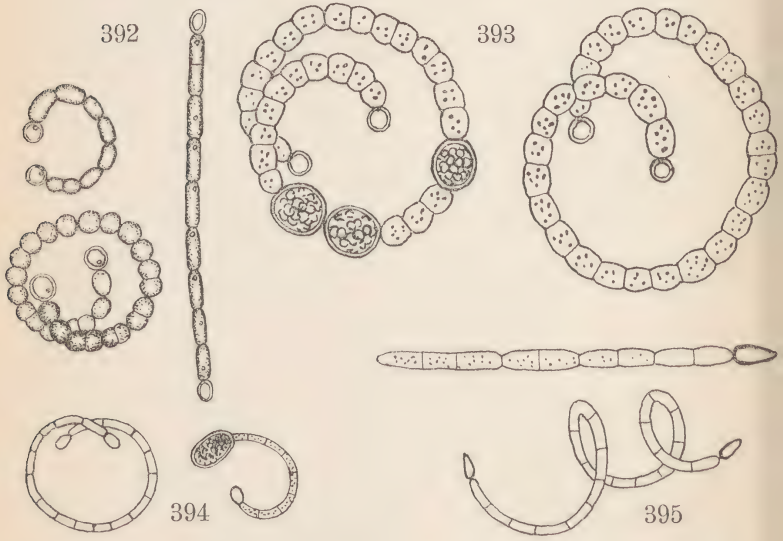


Fig. 392—395. 392 *Anabaenopsis circularis* (416×, nach West). 393 *A. circularis* var. *Javanica* (nach Woloszynska). 394 *A. Tanganyikae* (416×, nach West). 395 *A. Raciborskii* (nach Woloszynska).

1) Vgl. das bei *A. circularis* Gesagte.

2. **Anabaenopsis circularis** (G. S. West) Wolosz. et V. Miller (Fig. 392). — Trichome freischwimmend, sehr kurz, meist spiralig gewunden, sehr selten gerade, mit $^1/_2$—$1^1/_2$ sich fast berührenden Windungen. Zellen kugelig oder länglich, 4,5 bis 6 μ breit, ohne Pseudovakuolen. Heterocysten an beiden Enden der Trichome, 5—8 μ groß, kugelig. Dauerzellen unbekannt. — Planktonisch im Tanganyika-See (Afrika).

West erwähnt das Vorkommen eines großen Körnchens in jeder Zelle. Aus der Beschreibung geht nicht mit Sicherheit hervor, ob es sich dabei um eine Pseudovakuole handelt oder nicht.

var. *Javanica* Wolosz. (Fig. 393). — Trichome mit 1—3 Windungen. Zellen 5—8 μ breit. Heterocysten oft kleiner, kugelig. Dauerzellen ellipsoidisch, einzeln oder zu wenigen, 12—14 μ breit, 16—18 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch in einem javanischen See.

3. **Anabaenopsis Tanganyikae** (G. S. West) Wolosz. et V. Miller (Fig. 394). — Trichome freischwimmend, sehr kurz, spiralig gewunden, mit 1—2 (meistens ungefähr $1^1/_5$) Windungen. Zellen zylindrisch, 2—3mal so lang als breit, 2,4—2,6 μ breit, 3,8—8,5 μ lang, ohne Pseudovakuolen, blaß blaugrün. Heterocysten an den Enden der Trichome, länglich-elliptisch, 3 μ breit, 5,5 μ lang. Dauerzellen ellipsoidisch, einzeln (?), 7 μ breit, 13 μ lang, meist von den Heterocysten entfernt, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Planktonisch im Tanganyika-See, Afrika.

4. **Anabaenopsis Raciborskii** Wolosz. (Fig. 395). — Trichome kurz, gerade, seltener spiralig gewunden, mit 1 bis $2^1/_2$ Windungen, bis 200 μ lang, an den Querwänden leicht eingeschnürt, an den beiden Enden je eine Heterocyste. Zellen zylindrisch; blaß blaugrün, 2,5—4 μ breit, ebenso lang oder 2—4mal länger. Heterocysten 2—2,5 μ breit, 5—7 μ lang, länglich-kegelförmig. Dauerzellen unbekannt. — Planktonisch in einem javanischen See.

Cylindrospermum Kütz.

Trichome überall gleich breit, mit zarten, zerfließenden Scheiden, meist kurz und gerade. Fäden zu einem schleimigen Lager von unbestimmter Gestalt vereinigt. Heterocysten meist einzeln, terminal an einem Ende. Dauerzellen neben den Heterocysten, einzeln, seltener zu 2 bis mehreren.

Die Trichome gehen in der Regel über eine bestimmte Größe nicht hinaus, was durch einen regelmäßigen Zerfall, an dem aber keine Heterocysten beteiligt sind, bewirkt wird. Die Dauerzellen entwickeln sich einseitig von den Heterocysten gegen die Mitte der Trichome zu. Über die Beziehungen zwischen Heterocysten und Dauerzellen vgl. S. 20.

Die Keimung der Dauerzellen verläuft meist in der Weise, daß im Innern eine Querwand gebildet wird, der zwei- oder seltener mehrzellige Keimling die Dauerzellwand an einem Ende abhebt und parallel zur Längsachse der Dauerzelle weiterwächst. Der Austritt des Keimlings findet manchmal an dem der Heterocyste

zugewendeten, manchmal auch am gegenüberliegenden Ende statt; das Verhalten ist bei ein und derselben Art schwankend. Seltener tritt der Keimling ungeteilt und seitlich aus.

Die Trichome mancher Arten bewegen sich während ihres ganzen Lebens, auch dann, wenn sie Dauerzellen tragen, befinden sich also dauernd im Hormogoniumstadium.

Die meisten Arten leben in stehenden Gewässern und auf feuchter Erde u. dgl., oft auch in Warmhäusern.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Dauerzellen mit deutlich papillöser Außenschicht.
1. Dauerzellen 10—15 : 20—38 μ groß. **C. maius** 1.
2. Dauerzellen 19 : 42—43 μ groß. **C. tropicum** 2.

II. Dauerzellen mit fein punktierter Außenschicht.
1. Dauerzellen 8 : 12—20 μ groß. **C. Goetzei** 3.
2. Dauerzellen 9,5—11 : 19—23,7 μ groß. **C. punctatum** 4.

III. Dauerzellen mit glatter Außenschicht.
1. Dauerzellen mit flügelförmiger, radiär gestreifter Außenschicht, in Reihen. **C. alatosporum** 5.
2. Dauerzellen ohne solche Außenschicht.
A. Dauerzellen ± zylindrisch.
a) Zellen 2,7—3 μ breit. **C. Vouki** 6.
b) Zellen 3,8—4,5 μ breit. **C. stagnale** 7.
c) Zellen bis 6 μ breit. **C. fluviaticum** 8.
B. Dauerzellen ± ellipsoidisch.
a) Dauerzellen deutlich eiförmig. **C. indentatum** 9.
b) Dauerzellen nicht eiförmig.
α) Dauerzellen einzeln oder selten zu zweien.
* Dauerzellen breiter als 8 μ.
† Dauerzellen 10—14 : 20—38 μ groß. **C. licheniforme** 10.
†† Dauerzellen 8—13 μ breit.
X Dauerzellen 10—20 μ lang. **C. muscicola** 11.
XX Dauerzellen 20—26 μ lang. **C. Michailovskoënse** 12.
** Dauerzellen schmäler als 8 μ.
† Dauerzellen 5—9,5 : 12—25 μ groß.
X Zellen 2—3mal so lang als breit. **C. minutissimum** 13.
XX Zellen wenig oder nicht länger als breit. **C. Caucasicum** 14.
†† Dauerzellen 3,3—3,7 : 7,5—10 μ groß. **C. minimum** 15.
β) Dauerzellen in Reihen.
* Zellen 4 μ breit, Dauerzellen mit gelbbrauner Außenschicht. **C. catenatum** 16.
** Zellen 2,7 μ breit, Dauerzellen mit farbloser Außenschicht. **C. marchicum** 17.
C. Dauerzellen zylindrisch, tonnenförmig oder ellipsoidisch. **C. rectangulare** 18.

1. **Cylindrospermum maius** Kütz. (Fig. 396). — Lager schleimig, meist weit ausgebreitet, schwarzgrün. Zellen zylindrisch oder fast quadratisch, an den Querwänden eingeschnürt, 3—5 μ breit, 3—6 μ lang, blaß blaugrün. Heterocysten länglich, etwas breiter als die vegetativen Zellen, bis 10 μ lang. Dauerzellen einzeln, ellipsoidisch, 10—15,4 μ breit, 20—38 μ lang, mit brauner, papillöser Außenschicht. — Auf feuchter Erde zwischen Moosen u. dgl., seltener in stehenden Gewässern.

   Der Keimling tritt aus der Dauerzelle an einem Pol aus; vor der Keimung erfolgt an der späteren Austrittsstelle des Keimlings eine Aufhellung der braunen Wand der Dauerzelle.

   var. *pellucida* Hansg. — Lager gelbbraun bis braun. Zellen hell olivengelblich. — An Wasserpflanzen (*Azolla Caroliniana*). — Wahrscheinlich handelt es sich nur um schlechternährte (N-Mangel!) Pflanzen der typischen Art.

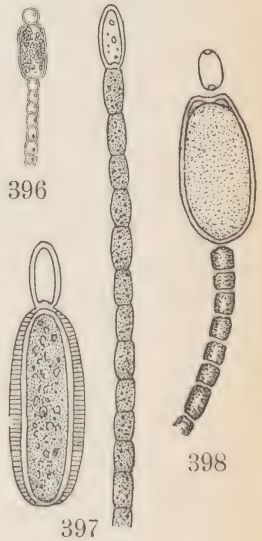


Fig. 396—398.
396 *Cylindrospermum maius* (nach Gomont).
397 *C. stagnale* (ca. 580×, nach Kirchner).
398 *C. indentatum* (500×, nach West).

2. **Cylindrospermum tropicum** W. et G. S. West. — Fäden freischwimmend. Zellen zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, 3 μ breit, 7,5—9 μ lang, blaß blaugrün. Heterocysten breit-ellipsoidisch, 5,8 bis 6,5 μ breit, bis 8 μ lang. Dauerzellen einzeln, länglich-ellipsoidisch, 19 μ breit, 42—43 μ lang, mit brauner, papillöser Außenschicht. — Freischwimmend in stehendem Wasser auf Ceylon.

3. **Cylindrospermum Goetzei** Schmidle. — Trichome einzeln zwischen anderen Algen oder zu kleinen Gallertflöckchen vereinigt. Zellen fast quadratisch bis zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, ca. 3 μ breit, 3—4,5 μ lang, blaugrün. Heterocysten fast kegelig, 2—2½mal so lang wie breit. Dauerzellen einzeln, ellipsoidisch, 8 μ breit, 12—20 μ lang, mit gelbbrauner, punktierter Außenschicht. — In stehenden Gewässern Afrikas.

4. **Cylindrospermum punctatum** Woronich. — Lager schleimig, bis 0,5 cm im Durchm. Zellen 3 μ breit, 4,7 μ lang, zylindrisch (an den Querwänden eingeschnürt?). Heterocysten oval, 4,7—6 μ lang, 3—4,5 μ breit. Dauerzellen zu 2—3, selten einzeln, 9,5—11 μ breit, 19—23,7 μ lang, mit olivenfarbiger, undeutlich punktierter Außenschicht. — In einem Bach im Kaukasus.

5. **Cylindrospermum alatosporum** Fritsch (Fig. 399). — Lager dünn, lebhaft blaugrün. Trichome fast parallel oder dicht

verschlungen, lang. Zellen schwach tonnenförmig, so lang wie breit oder bis zweimal so lang als breit, blaugrün, 3,5—4 μ breit. Heterocysten elliptisch oder schwach kegelig, 5 μ breit, 7,5—10 μ lang. Dauerzellen meist einzeln, manchmal zu mehreren, länglich-ellipsoidisch, mit dicker, gelber Innenschicht und flügelförmiger, farbloser, radiär gestreifter Außenschicht, an den Enden abgestutzt, ohne Außenschicht 9—11, mit

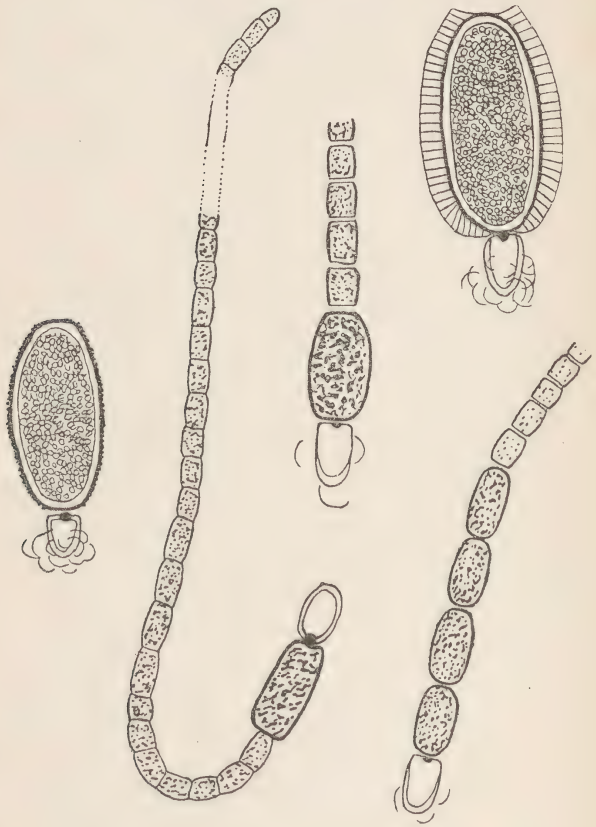


Fig. 399. *Cylindrospermum alatosporum* (900×, nach Fritsch).

Außenschicht 16—21 μ breit, 20—30 μ lang. — Auf Schlamm in stehendem Wasser, Afrika.

6. **Cylindrospermum Vouki** Pevalek. — Lager weit ausgebreitet, schleimig, schwarzgrün. Trichome 2,7—3 μ breit, blaß blaugrün. Zellen 4—4,5 μ lang, tonnenförmig. Heterocysten länglich, 3,5—4 μ breit, 5—9 μ lang. Dauerzellen zylindrisch, an den Enden abgerundet, 4—5 μ breit, 15—20 μ lang, blaß blaugrün, mit glatter, gelber Außenschicht. — Jugoslawien.
7. **Cylindrospermum stagnale** (Kütz.) Born. et Flah. (Fig. 397). — Lager schleimig, ± ausgebreitet, blaugrün, auf feuchter

Erde oder freischwimmend und dann flockenförmig. Zellen fast quadratisch bis zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, 3,8—4,5 μ breit, blaß blaugrün. Heterocysten fast kugelig oder länglich, 6—7 μ breit, 7—16 μ lang. Dauerzellen abgerundet zylindrisch, 10—16 μ breit, 32—40 μ lang, mit glatter, gelbbrauner Außenschicht. — In stehenden Gewässern, Torfsümpfen, an Wasserpflanzen festsitzend oder an der Oberfläche des Wassers schwimmend, auch auf feuchter Erde.

var. *angustum* Smith. — Zellen 4—4,5 μ breit, 8—10 μ lang. Heterocysten 5,5—6,5 μ breit, 7—11 μ lang. Dauerzellen 7—9 μ breit, 18—25 μ lang. — In stehendem Wasser.

8. **Cylindrospermum fluviaticum** Schkorb. — Trichome einzeln oder zu einem Lager vereinigt, freischwimmend, blaß blaugrün. Zellen zylindrisch, bis 6 μ breit, 14 μ lang. Dauerzellen zylindrisch, an den Enden abgerundet, 8—9 μ breit, 24—25 μ lang, mit farbloser, glatter Außenschicht. — Im Donjez, Ukraïne.

9. **Cylindrospermum indentatum** G. S. West (Fig. 398). — Trichome zu einem kleinen, gelatinösen, unregelmäßigen, 2 bis 3,5 mm großen Lager vereinigt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, 4,5—5 μ breit, $^3/_4$- bis $1^1/_2$ mal so lang. Heterocysten lang-elliptisch, 5,8—6,5 μ breit, 9—11,5 μ lang. Dauerzellen einzeln, eiförmig-elliptisch, an der an die vegetativen Zellen grenzenden Seite breit abgerundet, an der die Heterocyste berührenden Seite abgestutzt und leicht konkav, 17,5—18,5 μ breit, 34—36 μ lang, mit glatter Außenschicht. — In stehendem Wasser, Ägypten.

10. **Cylindrospermum licheniforme** (Bory) Kütz. — Lager schleimig, ± ausgebreitet, lebhaft blau- bis schwarzgrün. Zellen quadratisch oder zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, 2,5—4,2 μ breit, 4—5 μ lang, lebhaft blaugrün. Heterocysten länglich, 5—6 μ breit, 7—12 μ lang. Dauerzellen länglich oder ellipsoidisch, an den Enden abgestutzt, 11—14 μ breit, 20 bis 38 μ lang, mit glatter, rotbrauner Außenschicht. — Auf feuchter Erde, seltener in stehenden Gewässern.

Glade konnte in Kulturen zwei Formen isolieren, die durch geringe, aber konstante Merkmale voneinander verschieden sind. Die Unterschiede in der Größe zeigt die folgende Tabelle:

	f. *typica* Glade	f. *Lemmermanni* Glade
Breite der vegetativ. Zellen	3,9—4,8 μ	3,4—3,6 μ
Länge „ „ „	3,9—6,5 μ	3,7—5,1 μ
Breite der Heterocysten .	4,9—5,6 μ	3,9—4,7 μ
Länge „ „ . .	7,1—10,03 μ	5,4—7,2 μ
Breite der Dauerzellen . .	10—13,03 μ	11,9—13,3 μ
Länge „ „ . .	24,3—39,2 μ	20,4—24,8 μ

Die f. *Lemmermanni* ist also fast durchwegs kleiner. Eine weitere Eigentümlichkeit der f. *Lemmermanni* ist, daß manchmal die Dauerzellen zu zweien gebildet werden, was bei der

f. *typica* nie der Fall ist[1]). Außerdem sind die Dauerzellen gedrungener und breiter, die Farbe viel intensiver rotbraun als bei der f. *typica*. Während die Dauerzellen der f. *typica* leicht zum Keimen zu bringen waren, konnten bei der f. *Lemmermanni* nur sehr schwer Keimungen erzielt werden.

var. *violacea* nov. var. — Zellen 4,5—4,8 μ breit. Dauerzellen mit deutlich violettbrauner Außenschicht. — Auf feuchter Erde in Warmhäusern.

11. **Cylindrospermum muscicola** Kütz. — Lager ausgebreitet, schleimig, schwarzgrün. Zellen zylindrisch oder fast quadratisch, an den Querwänden eingeschnürt, 3—4,7 μ breit, 4—5 μ lang. Heterocysten länglich, 4 μ breit, 5—7 μ lang. Dauerzellen oval, 9—12 μ breit, 10—20 μ lang, mit glatter, goldbrauner Außenschicht. — Auf feuchter Erde.

Bei der Keimung der Dauerzellen reißt die Wand bald an der Seite, bald an einem Ende auf. Die erste Querwandbildung tritt erst spät ein, der Keimling verläßt die Dauerzelle ungeteilt.

12. **Cylindrospermum Michailovskoënse** Elenk. — Lager ausgebreitet, blaugrün. Trichome blaß blaugrün, oft gekrümmt und verflochten, bisweilen fast gerade. Zellen quadratisch oder zylindrisch, 3,5—5 μ breit, 6—7 μ lang, an den Querwänden ± eingeschnürt. Heterocysten fast kugelig oder länglich, 5—6(—7) μ breit, 7—8 μ lang. Dauerzellen immer einzeln, breit-ellipsoidisch oder länglich, 8—13 μ breit, 20—26 μ lang, mit hyaliner Außenschicht. — In Sümpfen und Tümpeln, festsitzend oder freischwimmend, Rußland (Gouvernement Moskau).

13. **Cylindrospermum minutissimum** Collins. — Lager blaugrün. Zellen zylindrisch, 2—2,7 μ breit, 4—7 μ lang. Endzelle kegelig. Heterocysten länglich, 4 μ breit, 6—8 μ lang. Dauerzellen einzeln oder zu zweien, länglich, 7—9 μ breit, 12—25 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Auf feuchter Erde und in stehenden Gewässern zwischen anderen Algen.

Bei der Keimung der Dauerzellen tritt die erste Querwand noch im geschlossenen Zustand auf, die zweite Wand folgt bald darauf. Der Keimling bildet später an jedem Ende eine terminale Heterocyste.

14. **Cylindrospermum Caucasicum** Woronich. — Trichome zu freischwimmenden Flöckchen vereinigt, 95—110 μ lang, 2,2 μ breit. Zellen fast quadratisch oder etwas länger oder kürzer als breit, an den Querwänden eingeschnürt. Heterocysten fast kugelig, 2,2 μ breit, 3—4,7 μ lang. Dauerzellen einzeln oder zu zweien, oval, 5—9,5 μ breit, 14—20,5 μ lang, mit farbloser, glatter Außenschicht. — In Gräben, Kaukasus.

15. **Cylindrospermum minimum** G. S. West. — Fäden einzeln zwischen anderen Algen, fast gerade oder leicht gekrümmt. Zellen abgerundet zylindrisch, 1,8—2 μ breit, $1^1/_2$—2mal so lang als breit, blaß blaugrün. Heterocysten ellipsoidisch oder

---

1) Es fehlen leider Angaben, ob die zweite Dauerzelle an Stelle der terminalen Heterocyste gebildet wurde, wie dies bei der auf S. 20 erwähnten Form der Fall war.

eiförmig, 2—2,2 μ breit, 2,5—2,7 μ lang. Dauerzellen lang zylindrisch, 3,3—3,7 μ breit, 7,5—10 μ lang, mit glatter Außenschicht. — In stehendem Wasser in den Zentral-Anden in 2300 m Höhe.

16. **Cylindrospermum catenatum** Ralfs. — Lager schleimig, schwarzgrün. Zellen quadratisch bis zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, 4 μ breit, 4—5 μ lang. Heterocysten länglich, 4 μ breit, 6—7 μ lang. Dauerzellen länglich, in Reihen, 7—10 μ breit, 13—18 μ lang, mit glatter, goldbrauner Außenschicht. — Auf feuchter Erde, auf Schlamm von Seen und Bächen.

Der Keimling tritt aus der Dauerzelle seitlich aus und bleibt lange einzellig.

17. **Cylindrospermum Marchicum** Lemm. — Lager lebhaft blaugrün. Zellen quadratisch oder zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, 2,7 μ breit, 2,7—5,5 μ lang. Heterocysten länglich, 2,7 μ breit, 5,5 μ lang. Dauerzellen in Reihen, länglich, 4,5—5,5 μ breit, 12—16 μ lang, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Auf feuchtem Sandboden.

18. **Cylindrospermum rectangulare** Playfair. — Lager dunkelgrün. Zellen quadratisch oder zylindrisch, an den Querwänden eingeschnürt, blaß blaugrün, 4—5 μ breit, 6—10 μ lang. Scheide dünn, deutlich. Heterocysten abgerundet-kegelig oder lang abgerundet-zylindrisch, 5—6 μ breit, 6—12 μ lang. Dauerzellen zylindrisch, 5—6 μ breit, 12—15 μ lang, oder tonnenförmig, 7—8 μ breit, 16—20 μ lang, oder ellipsoidisch, 10 μ breit, 22 μ lang (mit farbloser, glatter Außenschicht?). — An feuchten Felsen, Australien.

Die zylindrischen Dauerzellen sind offensichtlich unreif. Die reifen Dauerzellen scheinen immer ellipsoidisch zu sein. Vielleicht ist die Art nur eine besondere Form von *C. muscicola*.

Oscillatoriaceae.

Trichome immer einreihig, überall gleich breit oder seltener an einem Ende oder an beiden Enden etwas verjüngt, nie in Haare ausgehend, immer unverzweigt, ohne oder mit gänzlich zerfließender Scheide, oder einzeln oder zu mehreren in einer festen Scheide. Im letzteren Fall sind die Fäden (nicht die Trichome) manchmal verzweigt. Wachstum meist deutlich interkalar. Spitzenzellen teilungsunfähig und meist von den interkalaren Zellen abweichend gestaltet. Trichome gerade, zylindrisch, aber manchmal mit spiralig gedrehten Zellen[1]), oder regelmäßig spiralig gewunden oder in verschiedener Weise gekrümmt. Bei *Oscillatoria* Segmentierung und rhythmisches Wachstum[2]). Heterocysten fehlen. Dauerzellen, mit Ausnahme von *Isocystis*, fehlen. Hormogonien vorhanden, bei einigen Formen das vegetative Stadium darstellend, ausnahmsweise fehlend. Kriechbewegung bei Formen mit spiralig angeordneten

1) Vgl. S. 6.
2) Vgl. S. 34.

Zellen unter Rotation um die Längsachse. *Chroococceen*-Stadien selten.

Die *Oscillatoriaceen* sind wohl nur scheinbar einfach gebaut. In Wirklichkeit dürfte der Thallusaufbau sehr kompliziert sein (Segmentierung, rhythmisches Wachstum, spiralige Drehung der Zellen). Weitere Untersuchungen sind notwendig.

Charakteristisch für die *Oscillatoriaceen* sind die von den interkalaren Zellen oft stark verschiedenen Spitzenzellen. Oft ist eine sogenannte Kalyptra entwickelt, die die Spitzenzelle haubenartig bedeckt und wohl ganz verschiedenen Ursprungs sein kann. Bald scheint es sich um eine abgestorbene, kollabierte Zelle, bald nur um eine Verdickung der Außenwand zu handeln, vielleicht auch manchmal um ausgeschiedene Membransubstanz. Die Spitzenzellen und die darunter liegenden Zellen sind in der Regel teilungsunfähig.

Etwas vom Typus abweichend verhält sich *Isocystis*, die Dauerzellen besitzt, und die mangelhaft bekannte Gattung *Camptothrix*[1]).

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

I. Trichome ohne oder mit zerfließenden, nicht oder kaum sichtbaren Scheiden.
  1. Trichome sehr kurz, wenigzellig[2]).
    A. Nicht regelmäßig spiralig, S- oder halbkreisförmig gewunden.
      a) Trichome an beiden Enden oder an einem Ende leicht verjüngt.
        α) Fäden torulös, der ganzen Länge nach dem Substrat angeheftet, einzeln, ohne Hormogonien und Dauerzellen. **Camptothrix** (S. 340).
        β) Fäden zylindrisch, nicht angeheftet, in Lagern, mit Hormogonien und meist mit Dauerzellen. **Isocystis** (S. 340)
      b) Trichome an den Enden nicht verjüngt, mit lebhafter Kriechbewegung. **Borzia** (S. 341).

---

1) Im Darm und Pharynx verschiedener Tiere (Meerschweinchen, Eichhörnchen, Pferd, Schwein u. a.) und in der Mundhöhle des Menschen leben verschiedene farblose Organismen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit *Oscillatorien* besitzen und daher als solche beschrieben wurden. Das Vorkommen eigentümlicher, großer, stark lichtbrechender und nicht färbbarer Gebilde, die wohl als Sporen anzusprechen sind, und die bei manchen Formen beobachteten schnellen Bewegungen sprechen gegen die Einreihung unter die Cyanophyceen. Die Organismen sind durchwegs fadenförmig und erscheinen segmentiert. Es ist aber noch fraglich, ob die Querstreifung Zellgrenzen entspricht und ob die Formen nicht in Wirklichkeit einzellig sind (wofür die Art der Endosporenbildung spricht). Weitere Untersuchungen sind abzuwarten. Es empfiehlt sich wohl — wenigstens vorläufig —, die Formen zu den Bakterien zu stellen. Eine Zusammenstellung der bisher bekannt gewordenen Typen (*Oscillospira*, *Simonsiella*, *Alysiella*, *Anabaeniolum*) gibt Langeron, Les Oscillariées du tube digestif de l'homme et des animaux (Ann. de Parasitologie humaine et comp., Paris 1923).

2) Bei *Spirulina* scheinbar einzellig.

B. Trichome scheinbar einzellig, halbkreisförmig, S-förmig oder spiralig gewunden, an den Enden zugespitzt.
Spirulina (S. 342).

2. Trichome lang, vielzellig, bei *Spirulina* scheinbar einzellig.
A. Trichome regelmäßig spiralig gewunden.
Spirulina (S. 342).
B. Trichome gerade oder verschieden, ± unregelmäßig gewunden.
a) Fäden einzeln lebend, Zellen deutlich voneinander abgesetzt. **Pseudanabaena** (S. 348).
b) Fäden in festsitzenden häutigen oder freischwimmenden sägespanartigen Lagern, seltener einzeln, Zellen nicht deutlich voneinander abgesetzt.
Oscillatoria (S. 349).

II. Trichome wenigstens teilweise mit deutlichen Scheiden.
1. Scheiden in der Regel nur 1 Trichom enthaltend.
A. Scheiden schleimig.
a) Fäden zu einem Lager vereinigt, Fäden mit den Scheiden verklebt. **Phormidium** (S. 374).
b) Fäden einzeln.
α) Fäden anfangs endophytisch in der Scheide anderer Cyanophyceen, später epiphytisch.
Proterendothrix (S. 389).
β) Fäden freischwimmend. **Katagnymene** (S. 389).
B. Scheiden fest, häutig, nicht schleimig.
a) Scheiden farblos oder gelblich, nicht rot.
α) Trichome zylindrisch, im Querschnitt kreisrund.
* Fäden zu anfangs niederliegenden, später aufrechten Bündeln vereinigt. **Symploca** (S. 390).
** Fäden einzeln oder zu verschieden gestalteten Lagern vereinigt, nicht in Bündeln.
† Lager hautartig, Fäden dicht miteinander verwebt, nie einzeln.
Schizothrix, Sektion **Hypheothrix.**
†† Fäden einzeln oder zu einem büscheligen, polster- oder flöckchenförmigen Lager vereinigt. **Lyngbya** (S. 393).
β) Trichome der Länge nach halbröhrenförmig eingerollt, einen offenen oder geschlossenen Kanal einschließend. **Gomontiella** (S. 409).
b) Scheiden rot. **Porphyrosiphon** (S. 409).
C. Scheiden dick, mit festen gelbbraunen inneren und farblosen verquollenen äußeren Schichten oder mit einheitlichen Schichten. **Polychlamydum** (S. 410).
2. Scheiden meist mehrere Trichome enthaltend.
A. Scheiden fest oder wenig schleimig.
a) Fäden unverzweigt. **Polychlamydum** (S. 410).
b) Fäden[1]) verzweigt.
α) Trichome in einer sehr weiten Scheide voneinander entfernt liegend. **Dasygloea** (S. 411).
β) Trichome in einer engen Scheide nahe beisammen liegend. **Schizothrix** (S. 411).

1) Nicht die Trichome!

B. Scheiden schleimig.
a) Scheiden wenige Trichome enthaltend, Endzelle haubenartig verdickt. **Hydrocoleus** (S. 431).
b) Scheiden sehr viele Trichome enthaltend, Endzelle nicht haubenartig verdickt. **Microcoleus** (S. 434).

Camptothrix W. et G. S. West.

Fäden sehr kurz, wenigzellig, mit der Breitseite dem Substrat anliegend, an einem Ende oder an beiden Enden etwas verjüngt. Hormogonien?

Die systematische Stellung der Gattung ist problematisch.

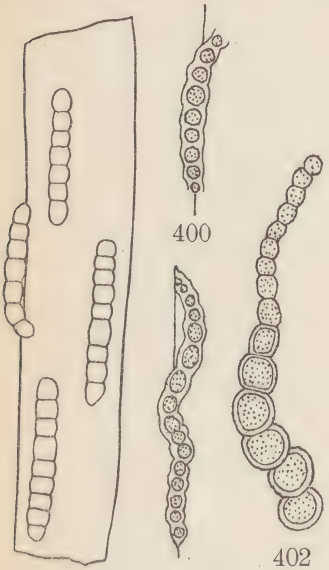


Fig. 400—402. 400 *Camptothrix repens* (520×, nach W. und G. S. West). 401 *C. brevis* (ca. 618×, nach Kufferath). 402 *Isocystis Messanensis*, Trichom mit Dauerzellen (350×, nach Borzi).

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Fäden an beiden Enden verjüngt, unregelmäßig gewunden. **C. repens** 1.
II. Fäden nur an einem Ende verjüngt, fast gerade. **C. brevis** 2.

1. **Camptothrix repens** W. et G. S. West (Fig. 400). — Fäden kurz, unregelmäßig gewunden, 3,8—5,8 μ breit. Scheiden eng, farblos. Zellen fast kugelig, abgerundet quadratisch oder fast zylindrisch, blaß blaugrün. — Epiphytisch auf *Schizothrix natans* und *Microcoleus sociatus* in Sümpfen in Afrika.

   Die Form ist ungenügend bekannt und bedarf weiterer Untersuchungen.

2. **Camptothrix brevis** (Kuff.) Geitler (= *Homoeothrix brevis* Kuff.) (Fig. 401). — Trichome gerade, bis 10zellig. Zellen 3 μ breit, 3—5 μ lang. Endzellen schwach zugespitzt, Basalzelle abgerundet. — An Moosen in einem Graben in Belgien.

Scheiden scheinen zu fehlen. Eine Polarität der Fäden ist nur schwach angedeutet. Weitere Untersuchungen sind notwendig.

Isocystis Borzi.

Fäden einzeln oder in Bündeln, zu formlosen, festsitzenden oder freischwimmenden Lagern vereinigt, an den Enden ± deut-

lich verjüngt, mit ± zerfließenden, schleimigen Scheiden. Dauerzellen in Reihen, bei einer Art unbekannt.

Die Gattung weicht durch den Besitz von Dauerzellen von den übrigen *Oscillatoriaceen* ab. Es handelt sich wohl um eine heterocystenlose *Anabaena*. Die Einreihung unter die *Nostocaceen* empfiehlt sich aus praktischen Gründen nicht.

Die Arten sind sehr wenig bekannt.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Trichome ± parallel gelagert. **I. Messanensis** 1.
II. Trichome einzeln oder unregelmäßig gelagert.
1. Zellen scheibenförmig. **I. spermosiroides** 2.
2. Zellen quer-ellipsoidisch. **I. moniliformis** 3.
3. Zellen länglich oder fast quadratisch. **I. infusionum** 4.

1. **Isocystis Messanensis** Borzi (Fig. 402). — Trichome zu dichten Bündeln vereinigt, parallel gelagert, ein schleimig-häutiges, lebhaft blaugrün gefärbtes Lager bildend. Zellen ellipsoidisch, fast kugelig oder etwas eckig, 4—5 μ breit. Dauerzellen kugelig, doppelt so breit wie die vegetativen Zellen, mit dicker, rauher (brauner?) Außenschicht. — An feuchten Mauern.
2. **Isocystis spermosiroides** Borzi. — Trichome einzeln oder zu wenigen beisammen, unregelmäßig gelagert, kurz, gerade, blaßblau (?) oder fast farblos. Zellen scheibenförmig. Dauerzellen unbekannt. — In stehenden Gewässern an Wasserpflanzen (*Potamogeton*).
3. **Isocystis moniliformis** Borzi. — Trichome einzeln oder zu wenigen beisammen, unregelmäßig gelagert, leicht gekrümmt, blau (?). Zellen quer ellipsoidisch, an den Enden der Trichome schmäler und fast kugelig. Dauerzellen kugelig, mit glatter (farbloser?) Außenschicht. Größenangaben fehlen. — In fließenden Gewässern zusammen mit *Schizothrix*.
4. **Isocystis infusionum** Borzi. — Lager oliven- bis blaugrün, schleimig-häutig. Trichome einzeln oder zu mehreren gehäuft, an den Enden allmählich verjüngt, 1—1,5 μ breit. Zellen fast kugelig oder viereckig, hellblau(?). Dauerzellen kugelig, etwas breiter als die vegetativen Zellen, mit glatter (farbloser?) Außenschicht. — In stehenden, manchmal verschmutzten Gewässern an Wasserpflanzen.

Borzia Cohn.

Trichome kurz, wenigzellig (oft nur 3 bis 5zellig), ohne Scheide, mit lebhafter Kriechbewegung.

Möglicherweise stellt die Gattung nur das Hormogonienstadium einer anderen Form dar.

Einzige Art:

Borzia trilocularis Cohn (Fig. 403). — Trichome kurz, 9—18 μ lang, 6—7 μ

Fig. 403.
Borzia trilocularis.
Das oberste Trichom ist im Begriff in zwei 3zellige Hormogonien zu zerfallen (900×, nach Gomont).

breit, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, blaugrün, 3 bis 8zellig, lebhaft kriechend. Zellen 2,2—6 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. — In stehenden Gewässern zwischen anderen Algen.

Spirulina Turp. (inkl. *Arthrospira* Stiz.).

Trichome regelmäßig, nur selten etwas unregelmäßig spiralig gewunden, lang, bei einer Art sehr kurz mit nur 1—2 Umgängen der Windungen, ohne Scheiden. Windungen lose oder einander berührend. Querwände bei den großen Formen im Leben sichtbar (Sektion *Arthrospira)* oder bei den kleineren unsichtbar und nur künstlich nachweisbar (Sektion *Euspirulina*). Fäden einzeln oder zu hautartigen, formlosen, weichen Lagern vereinigt, unter Rotation um die Längsachse kriechend.

Die Querwände der Formen der Sektion *Spirulina* lassen sich durch Verdauung des Zellinhalts durch Trypsin oder durch Lebendfärbung mit Neutralrot darstellen. — Extrem kurze Trichome besitzt *Sp. abbreviata;* die Trichome bestehen wahrscheinlich nur aus 1—2 Zellen.

Unklar sind die beiden Formen *Sp. agilissima* und *Sp. tenuior*. Sie sollen sich nach Art der *Spirochaeten* bewegen, es wird aber nicht angegeben, ob sie wirklich flexil sind. Vielleicht handelt es sich gar nicht um *Cyanophyceen*[1]).

Die Bewegung ist meist ziemlich lebhaft und bietet ein eigentümliches Bild; die Trichome schrauben sich gleichmäßig durch das Wasser.

Sp. flavovirens besitzt quergestreifte Trichome. Es handelt sich wohl um dieselbe noch nicht aufgeklärte Erscheinung wie bei *Oscillatoria chlorina* und bei den Ringschwielen von *Osc. Jenensis*.

Die Trichome leben entweder einzeln im Plankton oder zwischen anderen Algen im Litoral oder sind zu oft hautartigen Lagern vereinigt. *Sp. tenerrima* lebt auf Erde, *Sp. subtilissima*, *Sp. labyrinthiformis*, *Sp. caldaria* und *Sp. maior* häufig in heißem Wasser. Eine typisch sapropelische Form ist *Sp. Schroederi*.

Die Systematik der Arten ist noch unzureichend, die Unterschiede zwischen den kleinen Formen oft gering. Als diagnostisches Merkmal sollte die Drehrichtung der Spirale herangezogen werden. Die Abbildungen mancher Autoren sind irrtümlich, da die Windungen oft spiegelbildlich dargestellt wurden.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

Querwände der Zellen im Leben sichtbar; große Formen. I. Sektion **Arthrospira.**

I. Windungen einander berührend. **Sp. spirulinoides** 1.
II. Windungen einander nicht berührend.
1. Trichome kurz, 8—12zellig. **Sp. curta** 2.

---

1) *Spirulina* ist oft mit *Spirochaete* verglichen worden, unterscheidet sich aber in sehr wesentlichen Punkten von dieser durch das Fehlen eines Achsenfadens, durch den Mangel der Flexibilität und den Besitz von Querwänden.

2. Trichome länger.
   A. Windungen 6 μ breit. **Sp. Gomontiana** 3.
   B. Windungen 9—15 μ breit. **Sp. Jenneri** 4.
   C. Windungen 26—36 μ breit.
      a) Trichome 6—8 μ breit. **Sp. Platensis** 5.
      b) Trichome 5 μ breit. **Sp. Massartii** 6.

Querwände der Zellen im Leben nicht sichtbar; kleine Formen.

II. Sektion **Euspirulina.**

I. Bewegung der Trichome ruhig und gleichmäßig (typische *Spirulina*-Bewegung).
1. Trichome sehr kurz.
   A. Trichome 2,5—5 μ breit, oft nur halbkreis- oder S-förmig gekrümmt. **Sp. abbreviata** 7.
   B. Trichome 0,9 μ breit, schraubig gekrümmt. **Sp. caldaria** 8.
2. Trichome länger.
   A. Trichome gelbgrün, mit feiner Querstreifung. **Sp. flavovirens** 9.
   B. Trichome farblos. **Sp. albida** 10.
   C. Trichome weder gelbgrün noch farblos, meist blaugrün.
      a) Windungen einander berührend.
         α) Windungen 3—5 μ oder 6—8 μ breit. **Sp. tenuissima** 11.
         β) Windungen 2—2,7 μ breit. **Sp. labyrinthiformis** 12.
         γ) Windungen 2 μ breit. **Sp. agilis** 13.
      b) Windungen einander nicht berührend.
         α) Windungen stellenweise etwas unregelmäßig. **Sp. Meneghiniana** 14.
         β) Windungen sehr regelmäßig.
            * Trichome höchstens 2 μ breit.
               † Trichome in ein 15—20 μ langes, gerades Endstück ausgehend. **Sp. Schroederi** 15.
               †† Trichome nicht in ein gerades Endstück ausgehend.
                  ╳ Windungen sehr lose, 17—22 μ voneinander entfernt. **Sp. laxissima** 16.
                  ╳╳ Windungen viel enger.
                     ≠ Trichome 0,4 μ breit. **Sp. tenerrima** 17.
                     ≠≠ Trichome 0,6—0,9 μ breit.
                        › Windungen 1,25—2 μ voneinander entfernt. **Sp. subtilissima** 18.
                        ›› Windungen 5—6 μ voneinander entfernt. **Sp. Corakiana** 19.
                     ≠≠≠ Trichome 1,2—1,7 μ breit. **Sp. maior** 20.
            ** Trichome breiter als 2 μ.
               † Trichome mit Pseudovakuolen. **Sp. pseudovacuolata** 21.
               †† Trichome ohne Pseudovakuolen.
                  ╳ Trichome 2—2,5 μ breit, Spirale sehr lose. **Sp. laxa** 22.

XX Trichome 3—5 μ breit, Spirale enger.
≠ Trichome 3—4 μ breit.
› Trichome an den Enden kegelförmig verjüngt. **Sp. gigantea** 23.
›› Trichome an den Enden abgestutzt. **Sp. Gomontii** 24.
Trichome 4,5—5 μ breit. **Sp. princeps** 25.

II. Bewegung der Trichome schnell und ungleichmäßig, nach Art der Spirochaeten.
1. Trichome ca. 2 μ breit. **Sp. agilissima** 26.
2. Trichome schmäler. **Sp. tenuior** 27.

1. **Spirulina spirulinoides** (Ghose) Geitler (= *Arthrospira spirulinoides* Ghose) (Fig. 405). — Trichome blaugrün, gerade oder leicht gekrümmt, bis 60 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen 5—6 μ breit, 4—12 μ lang. Windungen einander berührend, 12—15 μ weit. — In stagnierendem Regenwasser in Lahore.

2. **Spirulina curta** (Lemm.) Geitler (= *Arthrospira curta* Lemm. (Fig. 406). — Trichome S-förmig gekrümmt, aus ca. 8—12 Zellen bestehend, lebhaft blaugrün gefärbt, an den Querwänden etwas eingeschnürt, an den Enden nicht verjüngt, breit abgerundet, 4 μ breit. Zellen kürzer als lang, ca. 2—3 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Enden der Trichome ca. 19 μ voneinander entfernt. — In Sümpfen Siziliens.

3. **Spirulina Gomontiana** (Setchell) Geitler (= *Arthrospira Gomontiana* Setchell). — Lager freischwimmend. Trichome 2,5—3 μ breit, an den Enden nicht verjüngt, regelmäßig spiralig gewunden. Windungen 6 μ breit, 16—18 μ voneinander entfernt. Zellen 4—5 μ lang, blaß blaugrün; Querwände manchmal granuliert. — In stehenden Gewässern Nordamerikas *Anabaena*-artige Wasserblüten bildend.

4. **Spirulina Jenneri** (Stiz.) Geitler (= *Arthrospira Jenneri* Stiz.) (Fig. 407). — Lager lebhaft blaugrün. Trichome blaugrün, an den Querwänden nicht oder nur sehr wenig eingeschnürt, 5—8 μ breit, an den Enden nicht verjüngt, ± regelmäßig spiralig gewunden. Windungen 9—15 μ breit, 21—31 μ voneinander entfernt. Zellen fast quadratisch oder etwas kürzer als breit, 4—5 μ lang, an den Querwänden zuweilen fein granuliert; Endzelle breit abgerundet. — In stehenden Gewässern, freischwimmend oder festsitzend, auch einzeln zwischen anderen Algen.

5. **Spirulina Platensis** (Nordst.) Geitler (= *Arthrospira Platensis* [Nordst.] Gom.) (Fig. 408). — Lager lebhaft blaugrün. Trichome blaugrün, an den Querwänden leicht eingeschnürt, 6 bis 8 μ breit, an den Enden nicht verjüngt oder sehr wenig verjüngt, ± regelmäßig spiralig gewunden. Windungen 26—36 μ breit, 43—57 μ voneinander entfernt. Zellen fast quadratisch oder kürzer als breit, 2—6 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle breit abgerundet. — In stehenden Gewässern.

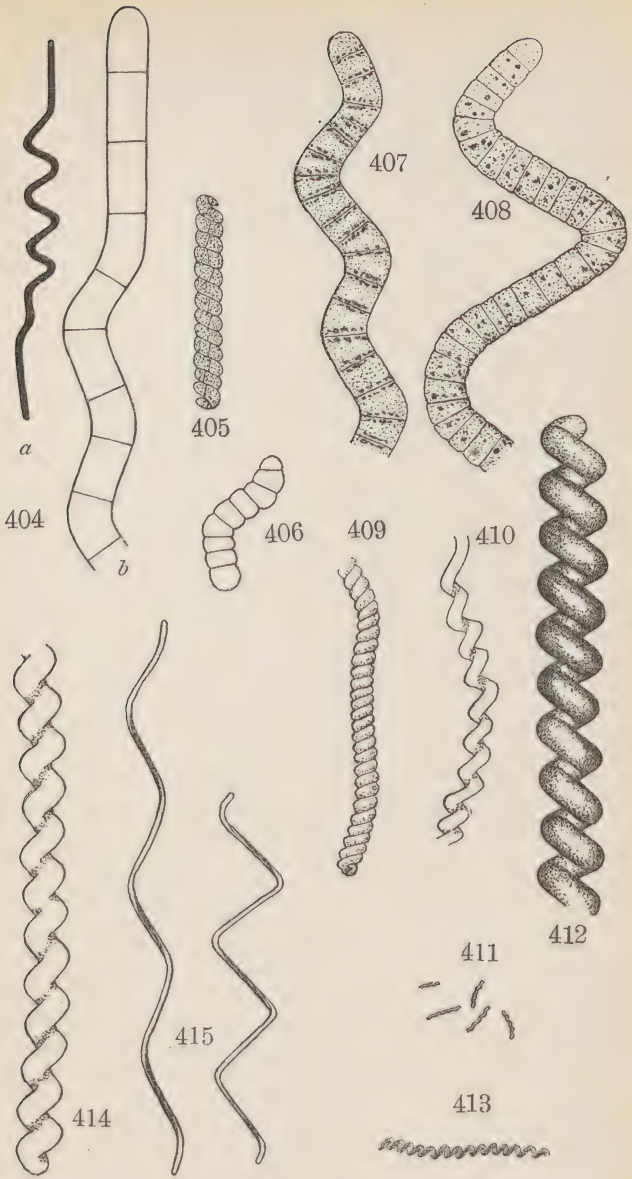


Fig. 404—415. 404 *Spirulina Schroederi* (*a* 600×, *b* 1500×, nach Koppe). 405 *Sp. spirulinoides* (235×, nach Ghose). 406 *Sp. curta* (776×, nach Lemmermann). 407 *Sp. Jenneri* (600×, nach Gomont). 408 *Sp. Platensis* (600×, nach Gomont). 409 *Sp. tenuissima* (800×, nach Gomont). 410 *Sp. Meneghiniana* (800×, nach Gomont). 411 *Sp. caldaria* (nach Tilden). 412 *Sp. maior* (2000×, Original). 413 *Sp. subtilissima* (800×, nach Gomont). 414 *Sp. princeps* (520×, nach G. S. West). 415 *Sp. laxissima* (1000×, nach G. S. West).

6. **Spirulina Massartii** (Kuff.) Geitler (= *Arthrospira Massartii* Geitler). — Trichome locker gewunden. Abstand der Windungen 90 μ, Breite der Windungen 28 μ. Zellen 5 μ breit, 2—4 μ lang, grau-blaugrün, homogen. Endzelle abgerundet kegelförmig. — In einer Quelle, Luxemburg.
7. **Spirulina abbreviata** Lemm. — Trichome sehr kurz, an den Enden zugespitzt, mit nur 1—3 Windungen, spiralig, halbkreisförmig oder S-förmig gekrümmt, 2,5—5 μ breit, 20—60 μ lang, verschieden gefärbt, blaß blaugrün oder dunkel olivengrün; Windungen 7—13 μ breit. — In stehenden Gewässern, häufig mit *Oscillatorien* vermischt; auch in verschmutztem Wasser.
8. **Spirulina caldaria** Tilden (Fig. 411). — Trichome 0,9 μ breit, kurz, gerade und steif. Windungen sehr lose, 1,5 μ breit, 3,2 μ voneinander entfernt. Lager ausgebreitet, lebhaft blaugrün. — In heißen Schwefelquellen, Canada.
9. **Spirulina flavovirens** Wislouch. — Trichome 2,6—3 μ dick, gelblichgrün, quergestreift (Abstand der Streifen 0,2—0,4 μ). Windungen sehr regelmäßig, 6—7,5 μ dick, 1—1,5 μ voneinander entfernt; Länge der Spirale 100—200 μ, selten bis 470 μ. — In einem stark kalkhältigen, reinen Teich (Waulino-See, Gouv. Pskow) in Rußland.

   Die Trichome zeigen eine regelmäßige Querstreifung, wie sie von *Oscillatoria chlorina* und *Osc. chlorina* var. *perchlorina* bekannt ist. Wie bei diesen ist die Färbung der Trichome das charakteristische Gelbgrün der Chlorobakterien; im Gegensatz zu diesen scheint die Form aber nicht sapropelisch zu sein.
10. **Spirulina albida** Kolkwitz. — Trichome ca. 1 μ breit, farblos. Windungen ca. 2 μ breit; Abstand der Windungen voneinander 4—5 μ. — Auf Faulschlamm.

    Eine sehr zweifelhafte Form, deren Zugehörigkeit zu den Cyanophyceen unsicher ist.
11. **Spirulina tenuissima** Kütz (Fig. 409). — Trichome 1—2 μ breit, blaß blaugrün, selten regelmäßig, meist etwas unregelmäßig gewunden, stellenweise locker, zu einem lebhaft blaugrünen oder gelblich-grünen Lager vereinigt, oder einzeln zwischen anderen Algen. Windungen einander berührend, 3 bis 5 μ breit. — In stehenden salzhaltigen Gewässern.

    var. *crassior* Virieux. — Trichome 2—3 μ breit, Windungen 6—8 μ breit. — In einem See in Frankreich.
12. **Spirulina labyrinthiformis** Menegh. — Trichome 1 μ breit, blaßgrün, sehr regelmäßig gewunden, zu einem schmutzig-schwarzgrünen Lager vereinigt. Windungen einander berührend, 2—2,7 μ breit. — In stehenden salzhaltigen Gewässern, auch in Thermen.
13. **Spirulina agilis** Kuff. — Windungen eng, einander berührend, 1 μ hoch, 2 μ breit. Trichome blaugrün. — In stehendem Wasser, Luxemburg.
14. **Spirulina Meneghiniana** Zanard. (Fig. 410). — Trichome 1,2—1,8 μ breit, unregelmäßig spiralig gewunden, lebhaft blaugrün, zu einem dicken, blaugrünen Lager vereinigt. Win-

dungen 3,2—5 μ breit, 3—5 μ voneinander entfernt. — In Salzsümpfen.

15. **Spirulina Schroederi** Koppe (Fig. 404). — Trichome einzeln, blaugrün, 1 μ breit. Windungen locker, an den Enden etwas unregelmäßig und in ein 15—20 μ langes, gerades Endstück ausgehend, 3 μ weit, bis 4 μ voneinander entfernt. Zellen 3 μ lang, erst nach Behandlung mit Jodjodkalium sichtbar. — Zusammen mit *Beggiatoa alba* auf Schlamm eines Holsteinischen Sees in 32 m Tiefe.

16. **Spirulina laxissima** G. S. West (Fig. 415). — Trichome 0,7 bis 0,8 μ breit, blaß-blaugrün. Windungen sehr lose, aber regelmäßig, 4,5—5,3 μ breit, 17—22 μ voneinander entfernt. Endzelle rundlich abgestutzt. — Planktonisch im Tanganyika-See.

West fand in Ägypten eine Form (Fig. 415 rechts), die sich von der aus dem Tanganyika-See durch den geringeren Abstand der Windungen (15—17 μ) und die größere Breite der Spirale (5—8 μ) unterschied. — Playfair erwähnt aus Australien eine Form mit 1—1¼ μ breiten Trichomen, deren Windungen 4 μ breit und 10—15 μ lang waren. Die Art scheint demnach stark zu variieren.

17. **Spirulina tenerrima** Kütz. — Trichome 0,4 μ breit, regelmäßig spiralig gewunden, lebhaft blaugrün. Windungen 1,4 bis 1,6 μ breit, 1 μ voneinander entfernt. — Auf feuchter Erde, meist zwischen anderen Oscillatoriacen.

18. **Spirulina subtilissima** Kütz. (Fig. 413). — Trichome 0,6 bis 0,9 μ breit, regelmäßig spiralig gewunden, lebhaft blaugrün oder gelblich. Windungen 1,5—2,8 μ breit, 1,2—2 μ voneinander entfernt. Lager weich, schmutzig grün. — In stehendem, oft auch in schmutzigem Wasser, manchmal auch in Schwefelquellen; oft einzeln zwischen anderen Algen.

19. **Spirulina Corakiana** Playfair. — Trichome 0,8 μ breit, blaß blaugrün. Windungen 2 μ weit, regelmäßig, 6—10 μ voneinander entfernt. — Zusammen mit *Sp. maior* in Australien.

20. **Spirulina maior** Kütz. (Fig. 412). — Trichome 1—2 μ breit, regelmäßig spiralig gewunden, blaß- oder lebhaft blaugrün. Windungen 2,5—4 μ breit, 2,7—5 μ voneinander entfernt. — In stehenden Gewässern, meist einzeln zwischen anderen Algen; auch in salzhaltigem Wasser und in Thermen.

21. **Spirulina pseudovacuolata** Utermöhl. — Trichome 3 μ breit, blaugrün. Windungen locker, 2,5—3 μ breit, 18 μ voneinander entfernt. Zellen 4—5 μ lang, mit großen Pseudovakuolen. — Im Plankton und auf Bodenschlamm Holsteinischer Seen.

22. **Spirulina laxa** Smith. — Trichome 2—2,5 μ breit, blaugrün. Windungen 4—6 μ breit, 15—20 μ voneinander entfernt. Lager dunkelblaugrün. — In den Seen von Wisconsin, Nordamerika.

23. **Spirulina gigantea** Schmidle. — Trichome 3—4 μ breit, tief blaugrün, regelmäßig spiralig gewunden, an den Enden kegelförmig verjüngt. Windungen 11—16 μ breit. — Einzeln zwischen anderen Algen in einem Tümpel bei Langenburg, Afrika.

24. **Spirulina Gomontii** Gutwinski. — Trichome 3,8 μ breit, blaugrün, regelmäßig spiralig gewunden; Windungen 8,8 μ breit, bis 11 μ voneinander entfernt. — Einzeln zwischen anderen Algen, in kleineren Tümpeln, Java, Sumatra, Singapore.

25. **Spirulina princeps** W. et G. S. West (Fig. 414). — Trichome 4,5—5 μ breit, kurz, blaugrün, regelmäßig spiralig gewunden. Windungen 11—12 μ breit, 9,5—11 μ voneinander entfernt. — Einzeln zwischen anderen Algen, Ceylon, Afrika.

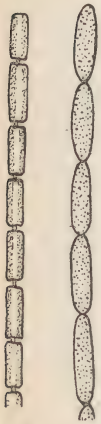
Die Art ist nach G. S. West sehr variabel. Ob sie mit *Sp. giganka* und *Sp. Gomontii* zu vereinigen ist, bleibt zu untersuchen.

26. **Spirulina agilissima** (Lagerh.) Kirchner (= *Glaucospira agilissima* Lagerh.). — Trichome sehr eng spiralig gewunden, ca. 2 μ breit, blaugrün, äußerst lebhaft nach Art der Spirochaeten beweglich. — Zwischen anderen Algen auf einer sumpfigen Wiese bei Quito (Ekuador).

Die Form bedarf weiterer Untersuchung.

27. **Spirulina tenuior** (Lagerh.) Kirchn. (= *Glaucospira tenuior* Lagerh.). — Trichome etwas schmäler und heller gefärbt als bei *Sp. agilissima*. — Zusammen mit *Sp. agilissima*.

Die Art ist wohl mit der vorhergehenden identisch.



416 417

Fig. 416, 417. 416 *Pseudanabaena catenata* (1100×, nach Lauterborn). 417 *Ps. tenuis* (1500×, nach Koppe).

Pseudanabaena Lauterb.

Trichome einzeln, kein Lager bildend, aus deutlich voneinander abgesetzten Zellen bestehend, mit lebhafter Kriechbewegung, ohne Scheide. Zellen zylindrisch und an den Enden abgerundet oder oval.

Bei einer früher zu *Pseudanabaena* gestellten Form (*Ps. constricta* = *Anabaena constricta*) wurden Heterocysten gefunden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß Heterocysten auch bei den anderen Arten auftreten, aber bisher nicht beobachtet wurden. Die Gattung würde dann ihre natürliche Stellung unter den *Nostocaceen* finden.

Vielleicht sind die Arten nur Entwicklungsstadien anderer Formen. Es ist aber auch möglich, daß es sich um vereinfachte, konstante Formen handelt. — Für beide Arten ist die sapropelische Lebensweise charakteristisch.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen 2 μ breit, 3 μ lang. **Ps. catenata** 1.
II. Zellen 1—1,5 μ breit, 6—8 μ lang. **Ps. tenuis** 2.

1. **Pseudanabaena catenata** Laut. (Fig. 416). — Zellen zylindrisch, an beiden Enden abgestutzt, blaugrün, bisweilen etwas bräunlich, 2 μ breit, 3 μ lang. — Auf Faulschlamm.

Charakteristisch ist das deutliche, als farbloser schmaler Strang sichtbare Centroplasma.

2. **Pseudanabaena tenuis** Koppe (Fig. 417). — Zellen langzylindrisch bis oval, an den Enden verschmälert und abgerundet, 1—1,5 μ breit, 6—8 μ lang, blaßblau. — Auf Faulschlamm, Humusschlamm und im Litoral holsteinischer Seen.

Oscillatoria Vaucher (inkl. *Trichodesmium* Ehrbg.).

Trichome einzeln oder zu häutigen oder sägespanartigen und freischwimmenden Lagern vereinigt, ohne Scheiden oder selten mit ± zarten Scheiden, meist mit Kriechbewegung unter Rotation um die Längsachse. Enden der Trichome häufig in verschiedener Weise differenziert, zugespitzt, hackig gebogen oder schraubig gewunden, blaß gefärbt. Manchmal Keritomie des Plasmas. Hormogonien durch Zerfall der Trichome gebildet.

Die Abgrenzung der Gattung ist zum Teil künstlich, die Grenzen einerseits gegen *Spirulina* und andererseits gegen *Phormidium* und *Lyngbya* fließend. So besitzen *O. Bonnemaisonii*, *beggiatoiformis*, *Grunowiana* und *Boryana* ziemlich regelmäßig spiralig gewundene Trichome und nähern sich dadurch den Formen der Sektion *Arthrospira* von *Spirulina*, viele andere Formen sind dauernd oder zeitweise (siehe *O. Agardhii*) bescheidet. Selten sind die Scheiden allerdings so fest und *Lyngbya*-artig wie bei *O. Agardhii* entwickelt, meist sind sie nur mit sehr starken Vergrößerungen wahrzunehmen oder sehr weit und schleimig und dann nur mit Tusche nachweisbar. Im letzteren Fall findet manchmal ein Verkleben der Trichome statt, so daß *phormidioides*-Formen entstehen.

Die Systematik der Arten ist außerordentlich schwierig und noch ganz unvollkommen. Zweifellos sind viele Arten nur als Sammelbegriffe zu betrachten (als auffallendstes Beispiel *O. princeps*, mit 16—60 μ breiten Trichomen!). Die Trichombreite ist jedenfalls viel geringeren Variationen unterworfen, als meist angenommen wird und wenigstens an einem Standort innerhalb sehr enger Grenzen konstant. Die große Fülle der Formen, die sich oft nur durch sehr geringe Merkmale unterscheiden, erweckt den Eindruck, daß es sich um eine in voller Entwicklung befindliche Gruppe handelt[1]). Es ist begreiflich, daß zur Unterscheidung der Arten viel feinere Merkmale herangezogen werden müssen, als dies bisher geschehen ist. G. Schmid hat hierauf in letzter Zeit besonders hingewiesen und neben anderen Merkmalen besonders die Drehrichtung der Trichome herangezogen, da diese — wie es bisher scheint — bei einer Art konstant ist. — Wenig klar und stark subjektiv ist das Merkmal der an den Querwänden eingeschnürten oder nicht eingeschnürten Zellen. Bei sehr starken Vergrößerungen sind wohl alle Formen an den Querwänden eingeschnürt. Als „nicht eingeschnürt" werden praktisch Formen bezeichnet, die mit mittelstarken Vergrößerungen keine Einschnürungen erkennen lassen.

---

1) Dies gilt wohl von den *Oscillatoriaceen* überhaupt und spricht für ihr niedriges Alter.

Sehr mannigfaltig ist die Ausgestaltung der Endzelle. Sie ist bald einfach abgerundet, bald ± verjüngt und zugespitzt, oft kopfig, manchmal nackt, manchmal von einer Kalyptra bedeckt. Oft ist ihre Membran verdickt. Bei manchen Formen zeigen nur wenige Trichome die typische Ausbildung der Enden, was bei oberflächlicher Beobachtung leicht zu falschen Bestimmungen führen kann. — Manche Arten (*O. geminata*, *pseudogeminata* u. a.) besitzen auffallende dicke durchsichtige Querwände (an ihnen würden sich relativ leicht die Plasmodesmen darstellen lassen). — Einige Arten (*O. chlorina*, *coerulescens*) besitzen fein quergestreifte Trichome. Die Erscheinung ist sonst nur noch von *Spirulina flavovirens* bekannt und bedarf weiterer Aufklärung. Vielleicht handelt es sich um dieselben Bildungen, die bei *O. Jenensis* als Ringschwielen beschrieben wurden, aber ebenfalls noch ganz unklar sind. — Keritomie des Plasmas zeigt am schönsten *O. Borneti*, in schwächerem Maß auch manchmal andere Formen (*O. limosa*). — Membranporen wurden bei *O. Jenensis* beobachtet, sind aber wohl weiter verbreitet.

Die Bewegung der Trichome ist meistens lebhaft und ist oft mit eigentümlichen pendelartigen Schwingungen (daher der Name der Gattung!) verbunden.

Die meisten Arten leben submers, nur sehr wenige aërophytisch. Echte Planktonformen, die manchmal auch Wasserblüten bilden, sind: *O. limnetica*, *Agardhii*, *rubescens*, *Mougeotii*, *prolifica*, *lacustris*, *planctonica*, *Tanganyikae*, *Raciborskii*.

Außerordentlich interessant sind die in H_2S haltigem, verschmutztem Wasser lebenden sapropelischen Formen. Sie sind zum Teil gelbgrün gefärbt, zeigen also die für die an gleichen Standorten lebenden Chlorobakterien charakteristische Färbung (*O. chlorina*, *Lauterbornii*, *trichoides*, *subtilissima*, *laetevirens*, *putrida*, *coerulescens*, *minima*). Die beiden letzten Arten zeigen einen charakteristischen, lebhaften „Blauglanz", wenn die bestimmt orientierten Trichome auf dunklem Hintergrund im auffallenden Licht in einem bestimmten Neigungswinkel (60—70°) betrachtet werden. Es handelt sich dabei nicht um ein Selbstleuchten, sondern um eine Kombination der Wirkung trüber Medien (Plasma) und der Gitterwirkung der Zellmembranen. Der Blauglanz läßt sich leicht in Objektträgerpräparaten beobachten. Andere sapropelische Formen sind (vollkommen?) farblos (*O. angusta*), wieder andere ± blaugrün. Manche von ihnen führen Pseudovakuolen, manche vielleicht auch Schwefel.[1])

In Thermen leben *O. proboscidea* var. *Westii*, *anguina*, *chalybea*, *geminata*, *Boryana*, *terebriformis*, *Porettana*, *animalis*, *acuminata*, *Okeni*, *formosa*, *Cortiana*.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen sehr kurz (kürzer als $^1/_3$ mal so lang als breit).
  1. Trichome an den Enden wenig oder nicht verjüngt.
    A. Trichome sehr kurz. **O. Schroeteri** 1.

1) Eindeutig mikrochemisch nachgewiesen wurde Schwefel bisher nur an marinen Arten.

B. Trichome länger.
a) Trichome an den Querwänden eingeschnürt.
α) Trichome 18—36 μ breit, spiralig gedreht.
O. Bonnemaisonii 2.
β) Trichome schmäler, nicht spiralig gedreht.
* Trichome 7½—8 μ breit. **O. Annae** 3.
** Trichome breiter.
† Trichome gerade, Endzelle leicht kopfig.
O. sancta 4.
†† Trichome an den Enden spiralig gekrümmt, Endzelle nicht kopfig. **O. ornata** 5.
b) Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt.
α) Trichome gerade; Endzelle mit verdickter Membran.
* Zellen nur zum Teil sehr kurz, zum Teil fast quadratisch, Plasma keritomisch. **O. Borneti** 6.
** Zellen durchwegs sehr kurz. **O. limosa** 7.
β) Trichome an den Enden ± hackenförmig oder spiralig gebogen.
* Enden der Trichome schwach hackenförmig; Endzelle leicht kopfig. **O. princeps** 8.
** Enden der Trichome hackenförmig oder spiralig gebogen, Endzelle breit abgerundet.
O. curviceps 9.

2. Trichome an den Enden deutlich verjüngt.
A. Trichome gerade. **O. Annae** 3.
B. Trichome an den Enden hackenförmig oder spiralig gebogen.
a) Endzelle kopfig, Trichome bis 15 μ breit.
α) Trichome an den Enden ± hackenförmig, 12—15 μ breit. **O. proboscidea** 10.
β) Trichome an den Enden spiralig gewunden, 6 bis 8 μ breit. **O. anguina** 11.
b) Endzelle nicht kopfig, Trichome 19—25 μ breit, an den Enden hackenförmig. **O. Jenensis** 12.

II. Zellen $^1/_3$mal so lang als breit oder länger.
1. Trichome gelbgrün.
A. Zellen mit 1—2 zentralen Pseudovakuolen.
a) Trichome 2—2,5 μ breit. **O. Lauterbornii** 13.
b) Trichome 1—1,5 μ breit. **O. trichoides** 14.
B. Zellen ohne diese Vakuolen.
a) Trichome 1—2 μ breit.
α) Trichome 1—1,5 μ breit, ohne „Blauglanz".
O. subtilissima 15.
β) Trichome 2 μ breit, mit „Blauglanz".
O. minima 16.
b) Trichome breiter.
α) Trichome an den Enden verjüngt.
O. laetevirens 17.
β) Trichome an den Enden nicht verjüngt.
* Zellen an den Querwänden mit 1—3 glänzenden Körnchen (Pseudovakuolen?), 4—7mal so lang als breit. **O. putrida** 18.

** Zellen ohne Körnchen an den Querwänden, kürzer oder wenig länger als breit.
† Trichome ohne „Blauglanz“.
O. chlorina 19.
†† Trichome mit „Blauglanz“.
O. coerulescens 20.

2. Trichome nicht gelbgrün.
A. Trichome an den Enden nicht oder kaum verjüngt.
a) Zellen kürzer als breit.
α) Zellen deutlich tonnenförmig. **O. lacustris** 21.
β) Zellen nicht tonnenförmig, aber manchmal an den Querwänden eingeschnürt.
* Zellen mit Pseudovakuolen.
† Trichome 5,5—7,5 μ breit.
O. Mougeotii 22.
†† Trichome 2—3 μ breit.
O. planctonica 21.
** Zellen ohne Pseudovakuolen.
† Plasma aller oder fast aller Zellen keritomisch. **O. Borneti** 6.
†† Plasma nicht oder nur schwach keritomisch.
╳ Zellen 0,6—3 μ breit.
O. planctonica 23.
╳╳ Zellen breiter.
≠ Querwände granuliert.
› Trichome 12—16 μ breit.
O. Borneti 6.
›› Trichome 4—10 μ breit.
! Endzelle nicht kopfig.
— Lager blaugrün oder olivengrün. **O. tenuis** 24.
= Lager ± schwarz.
O. nigra 25.
!! Endzelle kopfig.
O. Koettlitzi 26
Querwände nicht oder undeutlich (*O. irrigua*, *O. chalybea*) granuliert.
› Endzelle mit verdickter Membran.
! Zellen 12—16 μ breit, Plasma keritomisch. **O. Borneti** 6.
!! Zellen 6—11 μ breit, Plasma nicht keritomisch. **O. irrigua** 27.
›› Endzelle ohne verdickte Membran.
! Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt.
— Trichome 12—16 μ breit, Plasma keritomisch.
O. Borneti 6.
= Trichome 8—9 μ breit, Plasma nicht keritomisch.
O. simplicissima 28.
!! Zellen an den Querwänden eingeschnürt. **O. chalybea** 29.

b) Zellen länger als breit.

α) Zellen ohne Pseudovakuolen.

* Trichome 0,6 μ breit. **O. angustissima** 30.

** Trichome breiter.

† Zellen lebhaft blaugrün. **O. amphibia** 31.

†† Zellen blaß blaugrün bis farblos.

X Trichome zu einem Lager vereinigt.

≠ Trichome 2,3—4 μ breit. **O. geminata** 32.

Trichome 1 μ breit. **O. neglecta** 33.

XX Trichome einzeln.

≠ Trichome 0,8—1,2 μ breit. **O. angusta** 34.

Trichome 1,5 μ breit. **O. limnetica** 35.

Trichome 2 μ breit. **O. profunda** 36.

β) Zellen mit Pseudovakuolen.

* Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt. **O. guttulata** 37.

** Zellen an den Querwänden eingeschnürt, oft mit 2 Pseudovakuolen an den Querwänden.

† Zellen quadratisch oder bis zweimal so lang als breit. **O. amphigranulata** 38.

†† Zellen 3—7mal so lang als breit. **O. Redekei** 39.

c) Zellen so lang wie breit oder länger oder kürzer als breit.

α) Zellen 1,3—2,2 μ breit, mit dicken Querwänden. **O. pseudogeminata** 40.

β) Zellen 3,7—4,5 μ breit. **O. gloeophila** 41.

B. Trichome an den Enden deutlich verjüngt.

a) Trichome in ihrer Gänze oder nur an den Enden spiralig gebogen.

α) Endzelle ± kopfig.

* Endzelle deutlich kopfig, Zellen so lang wie breit oder länger als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. **O. beggiatoiformis** 42.

** Endzelle schwach kopfig, Zellen so lang wie breit oder bis $^1/_3$mal so lang als breit, an den Querwänden eingeschnürt. **O. Grunowiana** 43.

β) Endzelle nicht kopfig.

* Trichome 6—8 μ breit. **O. Boryana** 44.

** Trichome 3—6,5 μ breit. **O. terebriformis** 45.

b) Trichome nicht spiralig gebogen.

α) Zellen mit Pseudovakuolen; Planktonten.

* Zellen an den Querwänden eingeschnürt, mit wenigen Pseudovakuolen. **O. Tanganyikae** 46.

** Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt.

† Trichome 8—9 μ breit, einzeln. **O. Raciborskii** 47.

†† Trichome breiter, meist zu Bündeln vereinigt.

X Trichome rot bis violett.
≠ Zellen 6—8 : 2—4 μ groß.
O. rubescens 48.
≠≠ Zellen 2,2—5 : 4—6 μ groß.
O. prolifica 49.
XX Trichome ± blaugrün. **O. Agardhii** 50.
β) Zellen ohne Pseudovakuolen.
* Endzelle kopfig.
† Zellen länger als breit. **O. splendida** 51.
†† Zellen fast so lang wie breit. **O. amoena** 52.
** Endzelle nicht kopfig.
† Lager und Trichome ± violett oder stahlblau.
X Zellen 4—4,5 μ breit. **O. violacea** 53.
XX Zellen 5,2—7 μ breit. **O. Porettana** 54.
†† Lager und Trichome purpurbraun.
O. cruenta 55.
††† Lager oder Trichome weder violett noch purpurbraun.
≠ Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt.
› Trichome bis 2,5 μ breit.
! Trichome 0,9—1 μ breit; Querwände nicht granuliert.
O. deflexa 56.
!! Trichome 2 μ breit; Querwände nicht granuliert. **O. acutissima** 57.
!!! Trichome 2,5 μ breit; Querwände granuliert.
— Zellen 2—3 mal so lang als breit. **O. Lemmermanni** 58.
= Zellen meist kürzer als breit.
O. animalis f. **tenuior** 61.
›› Trichome breiter.
! Endzelle stumpf kegelig.
O. brevis 59.
!! Endzelle spitz kegelig.
— Trichome 6—8 μ breit.
O. ianthiphora 60.
= Trichome schmäler.
§ Zellen bis 5 μ lang, Endzelle schwach spitzig.
O. animalis 61.
§§ Zellen bis 8 μ lang, Endzelle sehr stark spitzig.
O. acuminata 62.
!!! Endzelle breit abgerundet.
— Trichome (3—)4—6 μ breit.
§ Trichome an den Enden abgebogen. **O. Pristleyi** 63.
§§ Trichome an den Enden nicht abgebogen.
O. rupicola 64.
= Trichome 8,2—9 μ breit.
O. subproboscidea 65.

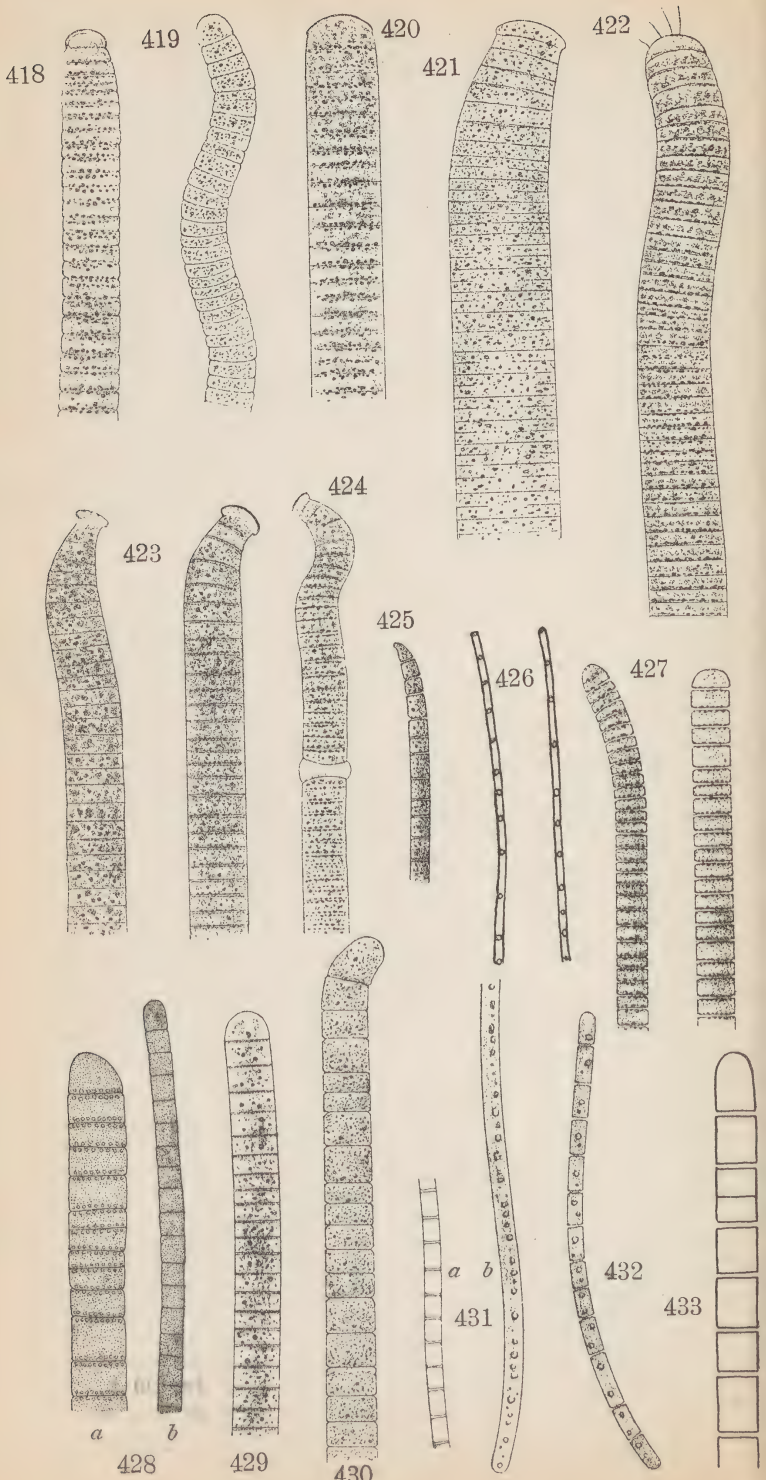
Zellen an den Querwänden eingeschnürt.
› Endzelle zitzenförmig.
O. producta 66.
›› Endzelle nicht zitzenförmig.
! Endzelle ± kegelig.
— Trichome 4—8 μ breit.
§ Zellen bis $^1/_3$ mal so lang als breit. **O. Okeni** 67.
§§ Zellen länger.
0 Zellen quadratisch oder kürzer als breit, 4—6 μ breit. **O. formosa** 68.
00 Zellen quadratisch oder länger als breit, 5,5 bis 8 μ breit.
O. Cortiana 69.
= Trichome 2,6 μ breit.
O. Schultzii 70.
!! Endzelle + breit abgerundet.
— Zellen $^1/_2$- bis $^1/_3$mal so lang als breit.
§ Trichome 8—13 μ breit.
O. chalybea 29.
§§ Trichome 7,5—8 μ breit.
O. Annae 3.
= Zellen bis 2mal so lang als breit. **O. Numidica** 71.

1. **Oscillatoria Schroeteri** (Hansg.) Forti. — Trichome sehr kurz, 30—80, selten bis 100 μ lang, ca. 10 μ breit. Zellen $^1/_4$—$^1/_3$mal so lang als breit, lebhaft oder schmutzig blaugrün. — An feuchten Felsen.

2. **Oscillatoria Bonnemaisonii** (Crouan) Gom. — Lager schmutzig blaugrün bis violett-schwarz. Trichome dunkel violett (?), lose, aber regelmäßig spiralig gewunden, 18—36 μ breit. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, $^1/_2$—$^1/_6$ mal so lang als breit, 3—6 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle nicht kopfig, konvex, ohne Kalyptra. — In salzigem Wasser.
Hansgirg erwähnt eine Form mit deutlichen Scheiden (var. *phormidioides*).

3. **Oscillatoria Annae** van Goor. — Trichome gerade, dunkel blaugrün, an den Querwänden leicht eingeschnürt, 7,5—8 μ breit, meist am Ende verjüngt, hier bis 7 μ breit und gebogen. Zellen $^1/_3$—$^1/_5$ mal so lang als breit, $1^1/_2$—3, manchmal bis 4 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle rundabgestutzt, ohne Kalyptra. — In stehendem Wasser, freischwimmend.

4. **Oscillatoria sancta** Kütz. (Fig. 418). — Lager schwärzlich stahlblau, glänzend, dünn, schleimig-gelatinös. Trichome gerade oder gekrümmt, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, an den Enden leicht verjüngt, 10—20 μ breit, dunkel blaugrün bis schmutzig olivengrün. Zellen $^1/_3$—$^1/_6$ mal so lang als breit,


418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
a
b
428
429
430
a
b
431
432
433

2,5—6 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle flachhalbkugelig, leicht kopfig, mit verdickter Membran. Drehrichtung nach links? — In stehenden Gewässern, festsitzend oder freischwimmend.

var. *caldariorum* (Hauck) Lagerh. — Trichome 10 bis 18 μ breit, ± violett. Drehrichtung nach links. — An feuchten Mauern, auf Blumentöpfen u. dgl. in Warmhäusern.

var. *aequinoctialis* Gom. — Trichome 14,2—20 μ breit. — Zusammen mit der typischen Art, auch auf Blumentöpfen.

Es handelt sich um eine Sammelspezies, die bei genauerer Kenntnis aufzulösen ist. Es gibt konstante Formen mit nur 10—12 μ breiten Trichomen und solche mit konstant breiteren Trichomen. — Beim Trocknen färben sich die Trichome violett.

5. **Oscillatoria ornata** Kütz. (Fig. 419). — Lager schwarzblaugrün. Trichome an den Enden spiralig gewunden, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 9—11 μ breit, dunkel blaugrün. Zellen $^1/_2$—$^1/_6$ mal so lang als breit, 2—5 μ lang, an den Querwänden oft granuliert. Endzelle abgerundet, nicht kopfig, ohne verdickte Membran. — In stehenden Gewässern.

6. **Oscillatoria Borneti** Zukal (Fig. 434). — Trichome meist zu schleimigen, rotbraunen bis braunvioletten, seltener grünlichen, verschieden gestalteten Lagern vereinigt, meist ohne, selten mit sehr dünnen Scheiden, gerade oder leicht gekrümmt, 12—16 μ breit. Zellen fast quadratisch, selten etwas länger als breit, meist $^1/_3$—$^2/_3$mal so lang als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit keritomischem Plasma. Einzelzellen farblos, zu mehreren übereinander schmutzig violett. Endzelle breit abgerundet-halbkugelig oder flach abgerundet, schwach kopfig und mit leicht verdickter Membran. — In Alpenseen (Attersee, Klopeinersee, Lunzer Unter- und Obersee), wahrscheinlich weit verbreitet.

Die Art ist durch die konstante Keritomie des Plasmas[1]) mit keiner anderen Form zu verwechseln. Die Querwände sind bald granuliert, bald frei von Körnchen. Typisch ausgebildete Endzellen (Fig. 434*i*) sind ziemlich selten. — Die Lager sitzen entweder an Schilfstengeln oder anderen Wasserpflanzen fest oder reißen sich los und schwimmen dann als rotbraune Watten an der Wasseroberfläche. Über die Biologie ist wenig bekannt; im Lunzer Obersee beobachtete ich eine Massenentwicklung nach der Schneeschmelze.

7. **Oscillatoria limosa** Ag. (Fig. 420). — Lager schwärzlich blaugrün bis braun. Trichome ± gerade, dunkelblaugrün bis

1) Vgl. hierüber S. 8.

Fig. 418—433. 418 *Oscillatoria sancta*. 419 *O. ornata* 420 *O. limosa*. 421 *O. princeps*. 422 *O. curviceps*. 423 *O. proboscidea*. 424 *O. anguina*. 425 *O. laetevirens*. 426 *O. planctonica*. 427 *O. tenuis*. 428 *a O. tenuis*, *b O. tenuis* var. *Tergestina*. 429 *O. simplicissima*. 430 *O. chalybea*. 431 *O. amphibia*, *b* lebend, *a* mit Chromsäure behandelt. 432 *O. geminata*. 433 *O. pseudogeminata* (426 nach Woloszynska, 428 670×, nach Smith, 433 nach G. Schmid, 421 300×, nach Gomont, die übrigen 595×, nach Gomont).

braun oder olivengrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 11—22 μ breit. Zellen $^1/_3$—$^1/_6$ mal so lang als breit, 2—5 μ lang, an den Querwänden meist granuliert. Endzelle flach-abgerundet, mit verdickter Membran. Drehrichtung nach links. — In stehenden oder langsam fließenden, oft verschmutzten Gewässern, festsitzend oder freischwimmend, auch auf Schlamm in Seen, auf Blumentöpfen und in salzigem Wasser.

Zweifellos eine Sammelspezies. Es wird eine Anzahl von Varietäten unterschieden, deren Wert noch fraglich ist, so eine 9—16 μ breite var. *disperso-granulata* Schkorb. mit $^1/_3$ bis $^1/_4$ mal so langen als breiten, gleichmäßig granulierten Zellen,

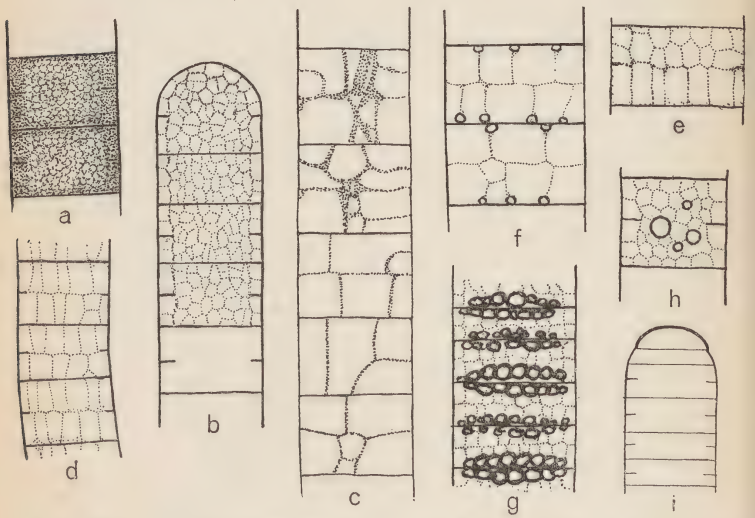


Fig. 434. *Oscillatoria Borneti*. *a—h* verschiedene Stadien der Keritomie des Plasmas; *i* Trichomende mit verdickter Membran der Endzelle (ca. 1000×, nach Geitler).

eine var. *circinata* Rabh. mit nur 4,7 μ breiten Trichomen; West erwähnt eine 9,5—11 μ breite Form.

Gelegentlich findet man in freischwimmenden Lagern einzelne ± keritomisch veränderte Trichome.

8. **Oscillatoria princeps** Vauch. (Fig. 421). — Lager schwarzblaugrün, schleimig. Trichome meist gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 16—60 μ breit, lebhaft blaugrün bis schmutziggrün, an den Enden leicht verjüngt und abgebogen. Zellen $^1/_{11}$—$^1/_4$ mal so lang als breit, 3,5—7 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle flach abgerundet, leicht kopfig, ohne oder mit leicht verdickter Membran. Drehrichtung nach links (?). — In stehenden und langsam fließenden Gewässern, auf dem Bodenschlamm von Seen, festsitzend oder freischwimmend.

Die Art umfaßt zweifellos mehrere gute Arten, die durch ihre Größe (und wahrscheinlich auch andere Merkmale) voneinander verschieden sind. So läßt sich leicht eine f. *maxima*

(Kütz.) Rabh. mit 45—70 μ breiten Trichomen und eine f. *tenuior* Rabh. mit nur 24—27 μ breiten Trichomen unterscheiden. Erstere ist wohl weiter zu zerlegen.

var. *pseudolimosa* Ghose. — Trichome 31—35 μ breit, an den Enden meist nicht verjüngt und nicht abgebogen. — In einem verschmutzten Abfluß in Lahore.

Aus Jamaika ist eine purpurrote Form (f. *purpurea* Collins) bekannt. Gelegentlich lassen sich dünne, aber feste Scheiden beobachten.

9. **Oscillatoria curviceps** Ag. (Fig. 422). — Lager lebhaft oder schwärzlich blaugrün, getrocknet oft stahlblau. Trichome ± gerade, an den Enden hackenförmig oder spiralig gewunden, nicht oder sehr schwach verjüngt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 10—17 μ breit. Zellen $^1/_3$—$^1/_6$ mal so lang als breit, 2—5 μ lang, an den Querwänden manchmal granuliert. Endzelle flach abgerundet, nicht kopfig, manchmal mit leicht verdickter Membran, Drehrichtung nach links. — In stehenden oder fließenden Gewässern, manchmal einzeln im Lager anderer Oscillatorien.

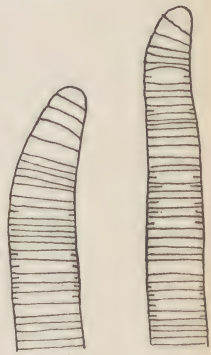


Fig. 435.
Oscillatoria Jenensis (nach G. Schmid).

10. **Oscillatoria proboscidea** Gom. (Fig. 423). — Lager dunkelgrün bis schwarz blaugrün. Trichome ± gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 12 bis 15 μ breit, an den Enden deutlich verjüngt, hackig umgebogen oder spiralig gewunden, lebhaft blaugrün. Zellen $^1/_3$ bis $^1/_6$ mal so lang als breit, 2—4 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle flach-abgerundet, kopfig, mit leicht verdickter Membran. — In stehenden Gewässern, auf Schlamm u. dgl., oder im Lager von *Oscillatoria princeps*.

var. *Westii* Forti. — Zellen 15,3—18 μ breit, 5,5—7,7 μ lang. — In Geisern Islands.

11. **Oscillatoria anguina** (Bory) Gom. (Fig. 424). — Lager schwarz-blaugrün, schleimig-häutig, getrocknet schwärzlich-stahlblau. Trichome gerade, an den Enden spiralig gewunden und deutlich verjüngt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 6—8 μ breit. Zellen $^1/_3$—$^1/_6$ mal so lang als breit, 1,5—2,5 μ lang, an den Querwänden manchmal granuliert. Endzelle kopfig, mit leicht verdickter Membran. — In stehenden, auch verschmutzten Gewässern und in Thermen.

12. **Oscillatoria Jenensis** G. Schmid (= *O. curviceps* var. *violascens* G. Schmid) (Fig. 435, 16). — Lager dunkelbraun, von der Farbe nassen Torfes. Trichome graubraun bis schiefergrau, getrocknet oft violett, nur in den Enden etwas grünlich, 3—7, selten bis 12 mm lang, 19,8—24,9 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, an den Enden verjüngt und hackenförmig abgebogen. Endzelle asymmetrisch, konvex, nicht kopfig, ohne Kalyptra und ohne verdickte Membran. Zellen sehr kurz, an

den Querwänden nicht granuliert. Drehrichtung nach rechts. — Auf feuchter Erde in Warmhäusern in Jena und Halle.

Bei Behandlung mit Eisessig färben sich die Trichome lebhaft rot (Phykoërythrin!). Über die sog. Ringschwielen vgl. S. 10.

13. **Oscillatoria Lauterbornii** Schmidle (Fig. 438). — Trichome gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—2,5(—4?) μ breit, gelbgrün. Zellen 2—4mal so lang als breit, mit 1—2 zentralen, großen gelappten Pseudovakuolen und fast unsichtbaren Querwänden. Endzelle abgerundet. — Auf Faulschlamm, zusammen mit Schwefelbakterien, gelegentlich ins Plankton verschlagen.

14. **Oscillatoria trichoides** Szafer. — Trichome gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1—1,5 μ breit, gelbgrün. Zellen bis 5 μ lang, mit 1—2 ziemlich kleinen Pseudovakuolen (?) — In Schwefelquellen.

Die Art ist der vorhergehenden ähnlich, aber schmäler. Szafer gibt das Vorkommen von Schwefel in den Zellen an; es handelt sich wohl um Pseudovakuolen oder um Epiplasten.

15. **Oscillatoria subtilissima** Kütz. — Trichome einzeln oder zu wenigen, selten zu einem Lager vereinigt, gelbgrün, 1—1,5 μ breit, gerade oder ± gekrümmt, undeutlich septiert, ohne Pseudovakuolen. — In stehendem Wasser. Sapropelisch?

Die Art ist wenig bekannt. — In den heißen Schwefelquellen in Baden bei Wien lebt eine Form, die vielleicht hierher gehört. Die Trichome sind gerade oder lose und schwach spiralig gewunden, die Zellen zylindrisch, 1—1,5 μ breit, 1—2mal so lang als breit, deutlich voneinander abgesetzt, die Enden manchmal hackig abgebogen. — Vielleicht ist diese Form aber mit *O. minima* identisch. Da die Trichome immer nur vereinzelt vorkommen, läßt sich der vielleicht vorhandene Blauglanz nicht beobachten.

16. **Oscillatoria minima** Gikl h. (Fig. 467). — Trichome ± schraubig gedreht, an den Enden nicht verjüngt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, gelbgrün. Zellen 2 μ breit, 5—6 μ lang, mit sehr zarter Schleimhülle. — In Faulschlamm, zusammen mit *O. coerulescens*.

Zeigt wie *O. coerulescens* im auffallenden Licht Blauglanz (vgl. S. 350).

17. **Oscillatoria laetevirens** (Crouan) Gom. (Fig. 425). — Lager dünnhäutig, grün. Trichome gelbgrün, gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, 3—5 μ breit, an den Enden verjüngt und gebogen. Zellen fast quadratisch, 2,5—5 μ breit, an den Querwänden manchmal granuliert. Endzelle nicht kopfig, kegelig, ohne Kalyptra. — Auf Erde von Blumentöpfen in einem Warmhaus in Halle.

Die Art ist im Meer verbreitet. Es ist fraglich, ob die von E. Herrmann auf Blumentöpfen gefundene Form mit der marinen identisch ist. E. Hermann gibt als Lagerfarbe blaugrün an. Die Trichome drehten nach rechts.

18. **Oscillatoria putrida** Schmidle (Fig. 437). — Trichome gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—3 μ breit,

gelbgrün. Zellen 4—7 mal so lang als breit, an den Querwänden mit 1—3 glänzenden Körnchen (Pseudovakuolen?). Endzelle abgerundet. — Auf Faulschlamm, zusammen mit Schwefelbakterien.

19. **Oscillatoria chlorina** Kütz. — Lager sehr dünn, gelbgrün. Trichome gerade oder gekrümmt, an den Querwänden nicht (oder wenig?) eingeschnürt, fein quergestreift (immer?) 3,5—4, selten bis 6 μ breit, gelbgrün, ohne Pseudovakuolen. Zellen etwas kürzer oder etwas länger als breit, 3,7—8 μ lang, an

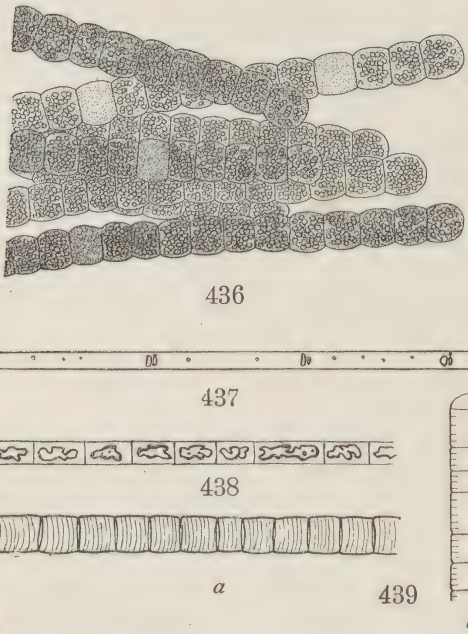


Fig. 436—439. 436 *Oscillatoria lacustris* (750×, nach Smith). 437 *O. putrida* (750×, nach Lauterborn). 438 *O. Lauterbornii* (600×, nach Lauterborn). 439 *O. chlorina* var. *perchlorina* (*a* Oberflächenbild, nach Lauterborn, *b* optischer Durchschnitt, Original; beide 600×).

den Querwänden nicht granuliert. Am Ende befindet sich eine hyaline „Plasmakuppe" (Kappenzelle). — Auf Faulschlamm, auch in salzigem Wasser.

var. *perchlorina* Lauterb. (Fig. 439). — Trichome an den Querwänden leicht eingeschnürt, bis 8 μ breit, fein quergestreift. — Auf Faulschlamm.

In den Zellen befindet sich oft ein großes Epiplast; diesen hat Szafer für einen Schwefeleinschluß gehalten. Die Zellen sind meist zylindrisch und nur schwach, aber plötzlich an den Querwänden eingezogen (Fig. 439 b). Zwischen den Zellen sollen sich nach Lauterborn bikonvexe Zwischenräume (?) befinden. — Wie die typische Form besitzt auch die Varietät

eine „Plasmakuppe“ (Fig. 439 *a*); die Bildung ist, wie die Querstreifung der Zellen, ihrem Wesen nach noch rätselhaft.

20. **Oscillatoria coerulescens** Gicklh. (Fig. 466). — Trichome an den Enden verjüngt, an den Querwänden nicht eingeschnürt gelbgrün, quergestreift. Zellen 4—5 μ breit, 5—6 μ lang, mit einigen großen, zentralen Epiplasten. Hormogonien 3—10zellig. — In Faulschlamm.

Die Form besitzt im auffallenden Licht einen deutlichen „Blauglanz“ (vgl. S. 350). Das Chromatoplasma ist deutlich sichtbar. In Tusche läßt sich eine zarte Schleimhülle nachweisen. — Interessant ist die außerordentlich hohe Unempfindlichkeit gegen H_2S. Die Trichome bleiben in gesättigter H_2S-Lösung ca. 10 Tage lebend.

Die Art steht *O. chlorina* sehr nahe und ist vielleicht mit ihr identisch. Ob *O. chlorina* allerdings ebenfalls einen Blauglanz zeigt, bleibt noch zu untersuchen.

21. **Oscillatoria lacustris** (Kleb.) Geitler (= *Trichodesmium lacustre* Kleb.). (Fig. 436). — Trichome gerade, zu sägespanartigen, freischwimmenden Bündeln vereinigt. Zellen kurz tonnenförmig, 5—7 μ breit, 3—7 μ lang, mit Pseudovakuolen. Endzelle manchmal verlängert, fast zylindrisch, bis 12 μ lang und leicht verjüngt. — Planktonisch in stehendem, auch brackischem Wasser.

Von Smith wurde in den Seen von Wisconsin eine Form (Fig. 436) gefunden, die nie verlängerte Endzellen besaß. Die Art bedarf weiterer Untersuchung; Lemmermann glaubt, daß vielleicht Beziehungen zu *Aphanizomenon* bestehen.

22. **Oscillatoria Mougeotii** Kütz. — Lager dunkelgrün, anfangs festsitzend, später freischwimmend. Trichome gerade oder schwach gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 5,5—7,5 μ breit, an den Enden nicht verjüngt. Zellen 2—3 μ lang, mit Pseudovakuolen. Endzelle breit abgerundet. — In stehenden Gewässern, anfangs auf Schlamm festsitzend, später planktonisch.

23. **Oscillatora planctonica** Wolosz. (426). — Trichome einzeln, gerade oder leicht gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—3 μ breit, blaß blaugrün. Zellen so lang wie breit, in der Mitte mit einer „glänzenden Vakuole“. — Planktonisch in einem Teich in Posen, eine Wasserblüte bildend.

Die „glänzende Vakuole“ der Zellen ist wohl eine Pseudovakuole oder ein Epiplast.

24. **Oscillatoria tenuis** Ag. (Fig. 427, 428 *a*). — Lager dünn, blaugrün, schleimig. Trichome gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, 4—10 μ breit, lebhaft blaugrün, an den Enden manchmal umgebogen. Zellen bis $^1/_3$ mal so lang als breit, 2,6—5 μ lang, an den Querwänden meist granuliert. Endzelle ± halbkugelig. — In stehenden, auch verschmutzten Gewässern, festsitzend oder freischwimmend.

var. *Tergestina* (Kütz.) Rabh. (Fig. 428 *b*). — Trichome 4 bis 6 μ breit. Drehrichrichtung nach rechts. — Wie die typische Art.

var. *rivularis* Hansg. — Lager olivengrün, mit Kalk inkrustiert. — In Gebirgsbächen.

var. *symplociformis* Hansg. — Trichome manchmal mit dünnen Scheiden, zu 2—5 mm langen, pinselförmigen Büscheln vereinigt. — In fließendem Wasser.

var. *nigra* Schkorb. — Trichome einzeln oder in Bündeln, grauviolett, an den Querwänden nicht eingeschnürt; Zellen fast quadratisch oder ½mal so lang als breit, 5—8 μ lang. — Am Ufer eines Flusses, Ukraine.

var. *Asiatica* Wille. — Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 10—11 μ breit. Zellen 3—6 μ lang. Farbe des getrockneten Lagers stahlblau. — In einer Quelle, Pamir.

var. *subcrassa* Conrad. — Zellen 13—15 μ breit, 3—5 μ lang, blaß blaugrün. — In stehendem Wasser bei Libau.

25. **Oscillatoria nigra** Vauch. — Lager ± hautartig, oftfreischwimmend, oliven- bis schwarzbraun oder schwärzlich-stahlblau, glänzend. Trichome gerade oder ± gebogen, 8,5 μ breit, an den Enden abgerundet. Zellen so lang wie breit oder bis ⅓mal so lang als breit, an den Querwänden granuliert. — In stehenden und langsam fließenden Gewässern.

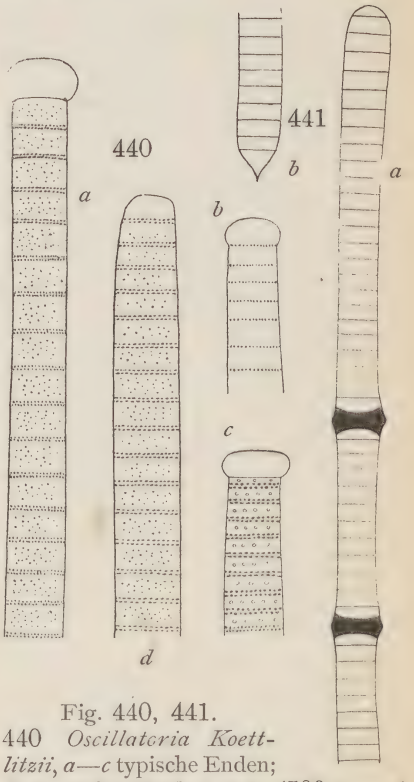


Fig. 440, 441. 440 *Oscillatoria Koettlitzii*, *a—c* typische Enden; *d* atypisches Trichomende (700×, nach Fritsch). 441 *O. simplicissima*, *a* var. *Antarctica*, *b f. acuminata* (550×, nach Fritsch).

26. **Oscillatoria Koettlitzi** Fritsch (Fig. 440). — Trichome gerade oder leicht gekrümmt, einzeln auf Lagern von *Phormidium*, kriechend, dunkelviolett, nicht oder wenig an den Querwänden eingeschnürt, 7—9 μ breit. Zellen scheibenförmig, ⅛—½ mal so lang als breit, 3—4,5 μ breit. Querwände der Zellen oft undeutlich, stark granuliert. Ende der Trichome gerade, nicht verjüngt, meist deutlich kopfig. Endzelle oft farblos, ohne Körnchen und ± aufgeblasen, bisweilen mit leicht verdickter Membran. — In stehendem Wasser, Antarktis.

27. **Oscillatoria irrigua** Kütz. — Lager dunkel stahlblau (immer?). Trichome gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 6 bis 11 μ breit, rötlich-stahlblau. Zellen ¼—½ mal so lang als breit, 4—11 μ lang, an den Querwänden leicht granuliert.

Endzelle konvex, mit verdickter Membran. — In stehenden und fließenden Gewässern, auch an feuchten Felsen.

28. **Oscillatoria simplicissima** Gom. (Fig. 429). — Lager schwärzlich-blaugrün. Trichome gerade, an den Scheidewänden nicht eingeschnürt, gelblich-blaugrün, 8—9 μ breit, an den Enden nicht verjüngt. Zellen $^1/_4$—$^1/_2$ mal so lang als breit, an den Querwänden nicht granuliert, 2—4 μ lang. Endzelle halbkugelig, ohne oder mit kaum verdickter Membran. — In Bächen und in stehendem, auch warmem Wasser.

var. *Antarctica* Fritsch (Fig. 441 *a*). — Trichome gekrümmt, mit vielen einzelnen, zugrundegehenden Zellen (Spaltkörper). — Antarktis, in Eiswasser.

f. *acuminata* Fritsch (Fig. 441 *b*). Endzelle zugespitzt. — Antarktis.

29. **Oscillatoria chalybea** Mertens (Fig. 430). — Lager schwarzgrün. Trichome gerade oder schwach spiralig gewunden, an den Querwänden leicht eingeschnürt, an den Enden leicht verjüngt und abgebogen, 8—13 μ breit, blaugrün bis dunkelblaugrün. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, an den Querwänden nicht oder kaum granuliert. Endzelle breit abgerundetlänglich. — In stehenden Gewässern, auf Schlamm, Steinen, Pfählen u. dgl., auch in verschmutztem und salzhaltigem Wasser und in Thermen.

30. **Oscillatoria angustissima** W. et G. S. West. — Lager ausgebreitet, blaugrün. Trichome 0,6 μ breit, lebhaft blaugrün, gebogen und verschlungen, an den Enden nicht verjüngt und nicht kopfig, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen 1½—2 mal so lang als breit. — Zusammen mit *O. Okeni* in Schwefelquellen.

31. **Oscillatoria amphibia** Ag. (Fig. 431). — Lager lebhaft blaugrün. Trichome gerade oder gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—3, selten bis 4 μ breit, lebhaft blaugrün. Zellen 2—3 mal so lang als breit, 4—8,5 μ lang, an den Querwänden meist mit zwei Körnchen. Endzelle nicht kopfig, abgerundet. — In stehenden Gewässern, auch auf Erde in Warmhäusern und in Brackwasser.

var. *robusta* W. et G. S. West. — Trichome 3,5 μ breit. — Antarktis.

var. *Kuetzingiana* (Näg.) Geitler (= *Osc. Kuetzingiana* Nag.). — Trichome 1,8—2 μ breit. — An feuchten Mauern.

32. **Oscillatoria geminata** Menegh. (Fig. 432). — Lager schmutzig gelbgrün. Trichome verschiedenartig gekrümmt, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 2,3—4,3 μ breit, blaß blaugrün. Querwände dick, durchsichtig. Zellen so lang wie breit oder länger als breit, 2,3—16 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle abgerundet. — In Torfsümpfen, Warmhäusern und in Thermen.

33. **Oscillatoria neglecta** Lemm. — Lager lebhaft blaugrün. Trichome ± gerade, an den Querwänden eingeschnürt, 1 bis 1,3 μ breit, blaß blaugrün. Zellen 1—2 mal so lang als breit, 1—2 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle

abgerundet. — An feuchten Mauern zusammen mit *Porphyridium cruentum* und in H_2S-haltigem, faulendem Wasser.

34. **Oscillatoria angusta** Koppe. — Trichome farblos, 0,8—1,2 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, an den Enden abgerundet, gerade. Zellen 5—7 μ lang, ohne Pseudovakuolen. — Im Faulschlamm holsteinischer Seen.

35. **Oscillatoria limnetica** Lemm. — Trichome gerade oder leicht gekrümmt, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, blaß blaugrün, 1,5 μ breit. Zellen $2^1/_2$—8 mal so lang als breit, 4—12 μ breit. Endzelle abgerundet. — Im Plankton von Teichen und Seen, oft in verschmutztem Wasser; im Schlamm von Seen; auch im Gallertlager anderer Algen.

36. **Oscillatoria profunda** Kirchn. — Trichome fast farblos, wellig gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen 2 μ breit, 1—2 mal so lang als breit. Endzelle breit abgerundet. — Auf Schlamm in Seen, im Bodensee in 75 μ Tiefe.
Koppe beobachtete eine Form mit geraden Trichomen.

37. **Oscillatoria guttulata** van Goor. — Trichome gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—$4^1/_2$, meist 3—4 μ breit, an den Enden nicht verjüngt und nicht kopfig. Zellen fast quadratisch oder bis zweimal so lang als breit, $3^1/_2$—8, meist 6 μ lang. Querwände undeutlich. Protoplasma schwach blaugrün, mit Pseudovakuolen. Endzelle abgerundet; Kalyptra nicht vorhanden. — Zusammen mit *Osc. chlorina* und *Osc. limosa* und Purpurbakterien in einem kleinen See Hollands, im Bodenschlamm oder freischwimmend.

38. **Oscillatoria amphigranulata** van Goor. — Trichome gerade, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, $1^3/_4$—2 μ breit, an den Enden nicht verjüngt und nicht kopfig. Zellen $2^1/_2$—5 μ lang, so lang wie breit oder bis doppelt so lang als breit, mit zwei Pseudovakuolen an den Querwänden, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet. Kalyptra nicht vorhanden. — Zusammen mit *Oscillatoria limosa*, *O. chalybea* und Purpurbakterien im Schlamm eines kleinen Sees in Holland.

39. **Oscillatoria Redekei** van Goor. — Trichome gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, $1^1/_4$—$2^1/_4$, meist $1^1/_2$—2 μ breit, am Ende nicht verjüngt und nicht kopfig. Zellen 6—16, meist 8—14 μ lang, 3—7 mal so lang als breit. Querwände mit zwei großen Pseudovakuolen. Protoplasma blaß blaugrün, bisweilen mit kleineren Pseudovakuolen. Endzelle abgerundet, Kalyptra nicht vorhanden. — Planktonisch mit *Oscillatoria Agardhii* und *Aphanizomenon flos-aquae* in Gräben und Sümpfen in Holland und im Plankton und Schlamm holsteinischer Seen.

40. **Oscillatoria pseudogeminata** G. Schmid (Fig. 433). — Lager blaß, schmutzig blaugrün. Trichome gewunden, blaß blaugrün, an den Enden nicht verjüngt, 1,3—2,2 μ breit. Zellen so lang wie breit oder etwas länger oder etwas kürzer als breit, 2,6 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Querwände dick, durchsichtig. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — An einer verschmutzten feuchten Mauer bei Jena.

41. **Oscillatoria gloeophila** Grun. — Trichome verschiedenartig gekrümmt, 3,7—4,5 μ breit, manchmal mit undeutlichen

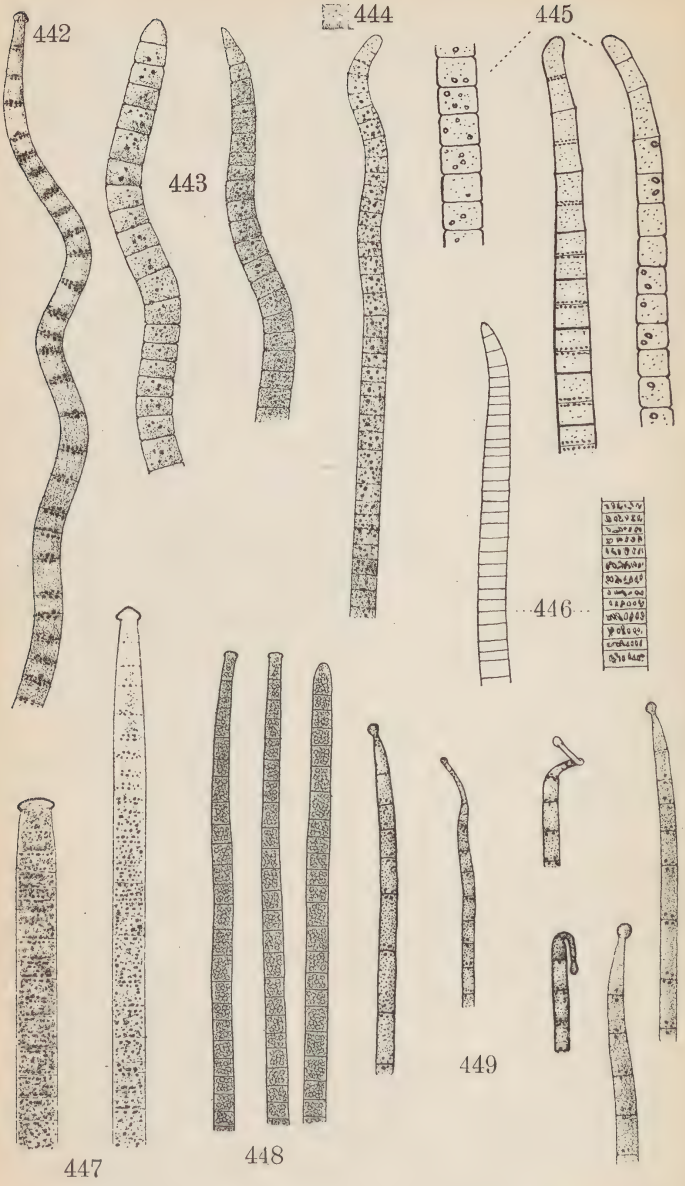


Fig. 442—449. 442 *Oscillatoria beggiatoiformis*. 443 *O Boryana*. 444. *O. terebriformis*. 445 *O. Tanganyikae*. 446 *O. Raciborskii*. 447 *O. rubescens*. 448 *O. prolifica*. 449 *O. splendida* (445 400×, nach West, 446 nach Woloszynska, 448 670×, nach Smith, 449 nach Gomont, Setchell und Gardner, die übrigen 595×, nach Gomont).

Scheiden. Zellen so lang wie breit, an den Querwänden ± deutlich eingeschnürt und ± deutlich granuliert. — Im Schleim von *Chaetophora elegans*.

42. **Oscillatoria beggiatoiformis** (Grun.) Gom. (Fig. 442). — Lager mit Kalk inkrustiert, weißlich, an der Oberfläche blaugrün. Trichome sehr blaß blaugrün, lose, aber ziemlich regelmäßig spiralig gewunden, stellenweise fast gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 4—5 μ breit, an den Enden deutlich verjüngt. Zellen quadratisch oder länger als breit, 4—7 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle kopfig, mit ± kegeliger Kalyptra. — Ungarn.

43. **Oscillatoria Grunowiana** Gom. — Lager dunkelgrün. Trichome blaß blaugrün, lose und unregelmäßig spiralig gewunden oder stellenweise fast gerade, an den Querwänden eingeschnürt, 3,7—5,6 μ breit, an den Enden nicht oder kaum verjüngt. Zellen bis $^1/_3$ mal so lang als breit, selten quadratisch, 1,4 bis 4 μ lang, an den Querwänden manchmal granuliert. Endzelle schwach kopfig, abgerundet oder fast abgestutzt, ohne Kalyptra. — In Thermen.

44. **Oscillatoria Boryana** Bory (Fig. 443). — Lager dunkel stahlblau. Trichome ganz oder nur an den Enden spiralig gewunden, manchmal gerade, an den Querwänden eingeschnürt, 6—8 μ breit. Zellen quadratisch oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit, 4—6 μ lang, manchmal an den Querwänden leicht granuliert. Endzelle abgerundet oder ± zugespitzt, nicht kopfig, ohne Kalyptra. — In Thermen.

45. **Oscillatoria terebriformis** (Ag.) Gom. (Fig. 444). — Lager dunkel stahlblau. Trichome an den Enden spiralig gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 4—6,5 μ breit, an den Enden leicht verjüngt. Zellen quadratisch oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit, 2,5—6 μ lang. Endzelle abgerundet oder fast abgestutzt, nicht kopfig, ohne Kalyptra. — In Thermen und Schwefelquellen.

46. **Oscillatoria Tanganyikae** G. S. West (Fig. 445). — Trichome einzeln, freischwimmend, olivengrün, gerade oder fast gerade, am Ende allmählich verjüngt und gebogen, manchmal umgebogen, abgerundet oder rundlich-abgestutzt, an den Querwänden eingeschnürt. Zellen quadratisch, 10—12 μ breit, meist etwas kürzer als lang, 6—10 μ lang, an den Enden bis zweimal so lang als breit. Zellinhalt feinkörnig, manchmal mit großen, stark lichtbrechenden Körnchen (Pseudovakuolen). Endzelle meist stark gekrümmt, ohne Kalyptra, abgerundet oder rundlich abgestutzt. — Planktonisch im Tanganyika-See, Afrika.

47. **Oscillatoria Raciborskii** Wolosz. (Fig. 446). — Trichome einzeln, gelbgrün, sehr lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 8—9 μ breit, gegen das Ende zu verjüngt und gebogen. Zellen $^1/_2$ mal so lang als breit, an den Fadenenden fast quadratisch, mit Pseudovakuolen. Endzelle spitz kegelförmig, ohne Kalyptra. — Planktonisch in Seen Javas.

48. **Oscillatoria rubescens** D. C. (Fig. 447). — Trichome gerade, an den Enden allmählich verjüngt, 6—8 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, manchmal zu purpurroten, ge-

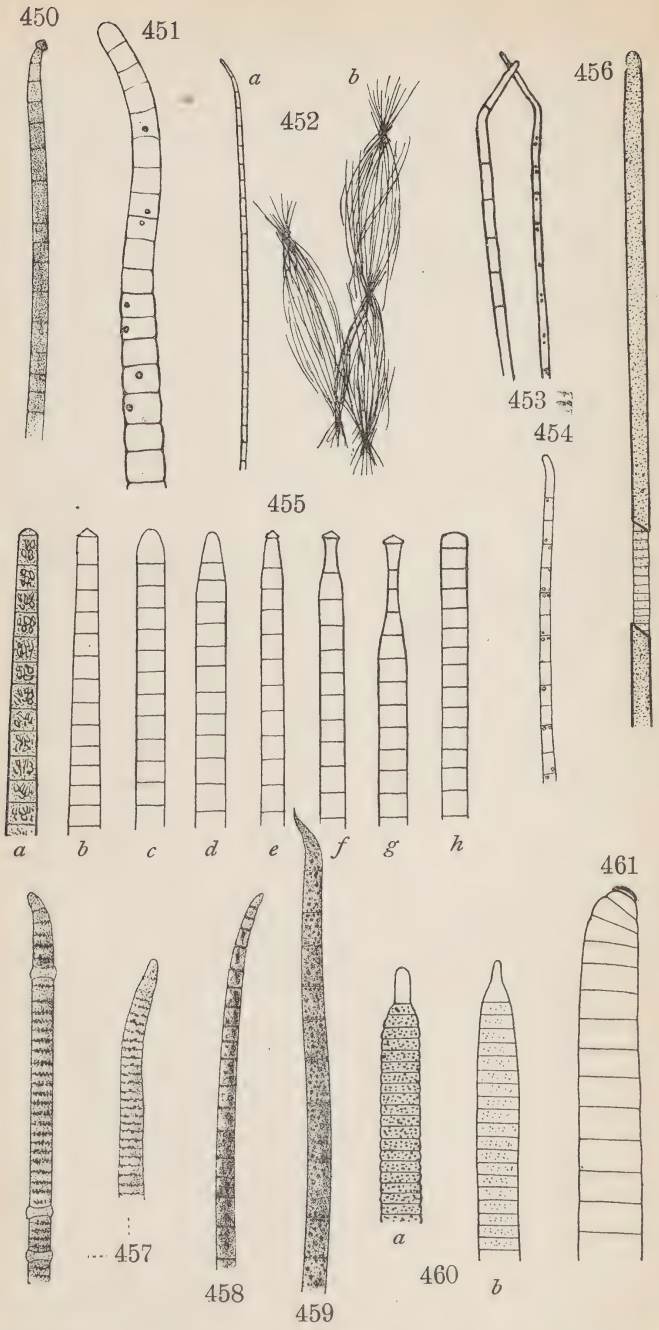


Fig. 450—461. 450 *Oscillatoria amoena*. 451 *O. Pristleyi*. 452 *O. deflexa*. 453 *O. acutissima*. 454 *O. Lemmermanni*. 455 *O. Agardhii*, verschiedene Typen; *g*, *h* seltene Typen, 456 *O. Agardhii*, Trichom

trocknet violetten, freischwimmenden Bündeln vereinigt. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, 2—4 μ lang, an den Querwänden oft granuliert, mit Pseudovakuolen. Endzelle kopfig, mit konvexer Kalyptra. — Planktonisch in stehenden Gewässern, rote Wasserblüten bildend. Meist in Kaltwasser, oft im Winter unter dem Eis das Wasser rot färbend.

49. **Oscillatoria prolifica** (Grev.) Gom. (= *Lyngbya prolifica* Grev.) (Fig. 448). — Trichome gerade oder gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, an den Enden allmählich verjüngt, 2,2—5 μ breit, selten einzeln, meist zu purpurroten, getrocknet violetten, unregelmäßigen Flocken oder Bündeln vereinigt. Zellen fast quadratisch oder länger, seltener kürzer als breit, 4—6 μ lang, an den Querwänden oft granuliert, mit Pseudovakuolen. Endzelle kopfig, mit Kalyptra. — Planktonisch in stehenden Gewässern, rote Wasserblüten bildend. Kaltwasserform, oft im Winter in Massen unter dem Eis.

50. **Oscillatoria Agardhii** Gom. (Fig. 455, 456). — Trichome gerade oder etwas gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, an den Enden allmählich verjüngt, 4—6 μ breit, freischwimmend, zuweilen zu blaugrünen Bündeln vereinigt, mitunter auch als Häute den Grund der Gewässer überziehend. Zellen meist kürzer als breit, zuweilen quadratisch, 2,5—4 μ lang, an den Scheidewänden granuliert, mit Pseudovakuolen. Endzelle konvex, manchmal auch flach kegelförmig oder ± spitzig, meist mit konvexer Kalyptra, selten kopfig. — Planktonisch in Seen und Teichen, Wasserblüten bildend.

Die Enden der Trichome dieser Art sind sehr polymorph, wenn auch meistens ein gewisser Normaltypus (Fig. 455 *a*—*e*) vorherrschend ist. — Die Trichome überziehen manchmal hautartig den Grund der Gewässer und zeigen dann eine kriechende Bewegung. In diesem Stadium werden sie wohl häufig übersehen.

Lemmermann beschreibt eine eigentümliche Scheidenbildung: die Trichome, die am Anfang der Vegetation im Plankton erscheinen, sind von einer enganliegenden, zylindrischen Hülle umgeben, die aber nur die jungen Trichome ganz einhüllt. Sie wird durch das Wachstum der Trichome gesprengt (Fig. 456) und während des planktonischen Lebens nicht mehr gebildet, so daß man die freischwebenden Fäden während der Zeit ihrer starken Entwicklung scheidenlos findet. Lemmermann faßt diese Bildung als einen Schutz für die Zeit, da die Trichome während ungünstiger Lebensbedingungen am Boden der Gewässer liegen, auf und spricht von Dauertrichomen. Es scheint sich dabei aber nicht um ein konstantes Vorkommen zu handeln, da Wislouch, der diese Art während

mit Scheide. 457 *O. brevis*. 458 *O. animalis*. 459 *O. acuminata*. 460 *O. producta*. 461 *O. subproboscidea* (451, 452 *a* 800×, 452 *b* 80×, nach West; 453 825×, nach Kufferath; 454 nach Wolos zynska; 455 800×, *a* Original; die übrigen nach Wislouch; 456 ca. 650×, nach Lemmermann; 460 800×, *a* nach W. und G. S. West, *b* nach Fritsch; 461 800×, nach Fritsch, die übrigen 595×, nach Gomont).

ihres benthonischen Lebens beobachtet hat, keine Scheidenbildung gesehen hat.

51. **Oscillatoria splendida** Grev. (Fig. 449). — Lager lebhaft blaugrün oder olivengrün. Trichome gerade oder gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, an den Enden allmählich verjüngt, 2—3 μ breit, blaß blaugrün. Zellen 2—4 mal so lang als breit, 3—9 μ lang, an den Querwänden meist granuliert. Enden ± gebogen, manchmal schraubig oder umgebogen. Endzelle kopfig, fast kugelig. Drehrichtung nach rechts. — In stehenden Gewässern, auf Schlamm, Wasserpflanzen u. dgl.; auch in verschmutztem Wasser.

Die Gestalt der Trichomenden variiert stark.

52. **Oscillatoria amoena** (Kütz.) Gom. (= *Phormid. amoenum* Kütz.) (Fig. 450). — Lager ± blaugrün. Trichome gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, an den Enden allmählich verjüngt, 2,5—5 μ breit, dunkel blaugrün. Zellen fast quadratisch, 2,5—4,2 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle kopfig, breit kegelig, mit Kalyptra. — In stehenden warmen und kalten Gewässern, auf Schlamm, Wasserpflanzen u. dgl.

53. **Oscillatoria violacea** (Wallr.) Hass. — Trichome gerade, violett-blaugrün, zu einem häutigen, dunkelgrün-stahlblauen Lager vereinigt, verschlungen, 4—4,5 μ breit. Zellen etwas kürzer als breit, an den Querwänden granuliert, an den Enden zugespitzt. — In Warmhäusern an Fensterscheiben u. dgl.

Ungenau bekannt.

54. **Oscillatoria Porettana** Menegh. — Lager dunkel stahlblau, flockig-strahlig. Trichome 5,2—7 μ breit. Zellen kürzer als breit, an den Querwänden granuliert, blaugrün. Enden gerade oder etwas abgebogen, abgestutzt. — In stehenden Gewässern, auch in Thermen.

Ungenau bekannt.

55. **Oscillatoria cruenta** Grun. — Lager schleimig, braunpurpurn. Trichome blaß braun, 4—7 μ breit. Zellen so lang wie breit oder länger als breit, an den Querwänden granuliert. Enden gerade, seltener gebogen. — Zusammen mit *Tetraspora gelatinosa*.

Ungenau bekannt.

56. **Oscillatoria deflexa** W. et G. S. West (Fig. 452). — Trichome einzeln oder zu spiralig gedrehten Bündeln vereinigt, gerade, am Ende allmählich verjüngt und plötzlich abgebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, blaugrün. Zellen 0,9—1 μ breit, 2,4—2,9 μ lang. Endzelle verjüngt, ohne Kalyptra. — In einem stark salzhaltigen See, Antarktis.

57. **Oscillatoria acutissima** Kuff. (Fig. 453). — Zellen 2 μ breit, 3 μ lang, blaugrün, Inhalt homogen. Trichome am Ende verjüngt und abgebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt. — In fließendem und stehendem Wasser, Luxemburg.

58. **Oscillatoria Lemmermanni** Wolosz. (Fig. 454.) — Trichome blaß blaugrün, einzeln, gerade oder schwach gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—2,5 μ breit, am Ende allmählich gebogen. Zellen 2—3 mal so lang als breit, 4—6 μ lang. Zellinhalt homogen; Querwände schwach granuliert.

eingeschnürt, 5,5—8 μ breit, an den Enden allmählich verjüngt und gebogen, blaugrün. Zellen so lang wie breit oder länger oder kürzer als breit, 5,4—8,7 μ lang (am Ende bis 14 μ lang), an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle stumpf-kegelig, ohne Kalyptra, nicht kopfig. — In kalten und warmen Gewässern.

70. **Oscillatoria Schultzii** Lemm. — Lager dunkelgrün bis fast schwärzlich. Trichome gerade oder schwach gebogen, an den Querwänden stark eingeschnürt, an den Enden allmählich ver-

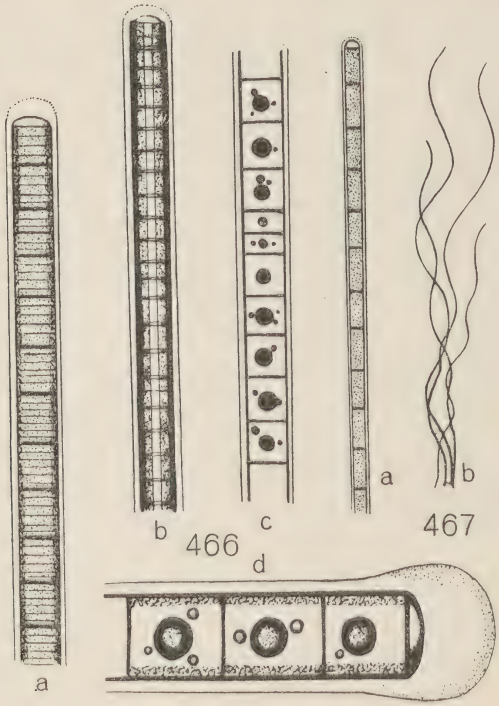


Fig. 466—467. 466 *Oscillatoria coerulescens*, *a* bei hoher, *b* bei mittlerer Einstellung, in *c* Epiplasten, *d* Fadenende. 467 *O. minima* (466 *a*—*c*, 467 *a* 1400×, 466 *d* 2000×, 467 *b* 40×, nach Gicklhorn).

jüngt, gerade oder schwach hackig gebogen, 2,6 μ breit, blaß blaugrün. Zellen fast tonnenförmig, so lang wie breit oder etwas länger, seltener etwas kürzer als breit, 1,5—4 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle stumpf kegelig. — Auf feuchter Erde.

71. **Oscillatoria Numidica** Gom. — Lager dunkel blaugrün. Trichome blaß blaugrün, gerade, an den Querwänden eingeschnürt, 2,5—4 μ breit, an den Enden allmählich verjüngt. Zellen 1—2mal so lang als breit, 2—8 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle abgerundet, nicht kopfig, ohne Kalyptra. — In Thermen.

66. **Oscillatoria producta** W. et G. S. West (Fig. 460). — Trichome einzeln zwischen anderen Algen, freischwimmend, blaugrün, fast gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende leicht verjüngt. Zellen 5,3—6,8 μ breit, 1,4—1,8 μ lang. Endzelle zitzenförmig ausgezogen, manchmal umgebogen, farblos, bis 2½ mal so lang als breit, mit konvexer bis kegelförmiger Kalyptra. — In stehendem Wasser Antarktis.

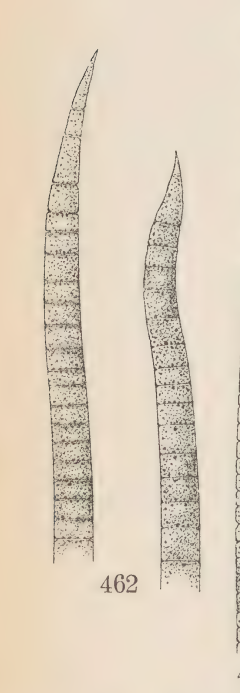


Fig. 462—465. 462 *Oscilatoria ianthiphora*. 463 *O. Okeni*. 464 *O. formosa*. 465 *O. Cortiana* (alle 595×, nach Gomont).

67. **Oscillatoria Okeni** (Ag.) Gom. (Fig. 463). — Lager dunkel blaugrün. Trichome gerade, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 5,5—9 μ breit, an den Enden allmählich verjüngt, geschlängelt und leicht abgebogen. Zellen ⅓-mal so lang als breit, 2,7—4,5 μ lang. Endzelle abgerundet-kugelig, nicht kopfig, ohne Kalyptra. — In Thermen.

var. *gracilis* Kütz. — Trichome 4—5 μ breit. — In Gräben.

var. *fallax* Hansg. — Lager braunschwarz bis dunkel blaugrün. Trichome mit dünnen, zerfließenden Scheiden, 4—4,5 μ breit. — In einem Abzugsgraben mit lauwarmen Wasser einer Zuckerfabrik.

68. **Oscillatoria formosa** Bory (Fig. 464). — Lager dunkel blaugrün. Trichome gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, 4—6 μ breit, lebhaft blaugrün, an den Enden verjüngt und abgebogen. Zellen fast quadratisch bis ½ mal so lang als breit, 2,5—5,7 μ lang, an den Querwänden manchmal leicht granuliert. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra, nicht kopfig. Drehrichtung nach rechts. — In stehenden Gewässern, auf Schlamm, an Pfählen, Steinen u. dgl. in Seen. Auch in Thermen und Schwefelquellen.

69. **Oscillatoria Cortiana** (Menegh.) Gom. (Fig. 465). — Lager dunkel blaugrün. Trichome gerade, an den Querwänden leicht

II. Trichome an den Querwänden nicht oder schwach[1]) eingeschnürt, am Ende oft hackig oder kopfig.
1. Trichome bis 3 μ breit.
A) Lager ± violett oder rot.
a) Trichome 1 μ breit, an den Querwänden eingeschnürt, Lager scharlachrot. **Ph. rubrum** 13.
b) Trichome 1,7—2 μ breit, an den Querwänden eingeschnürt. **Ph. luridum** 14.
c) Trichome 1,5—2,5 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. **Ph. purpurascens** 15.
B) Lager ± blaugrün.
a) Trichome an den Querwänden schwach eingeschnürt.
α) Endzelle mit Kalyptra. **Ph. subcapitatum** 16.
β) Endzelle ohne Kalyptra.
* Zellen 1—2 μ breit. **Ph. tenue** 17.
** Zellen 2—2,8 μ breit. **Ph. subuliforme** 18.
b) Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt.
α) Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit. **Ph. Naveanum** 19.
β) Zellen länger.
* Lager pinselförmig, flutend. **Ph. ramosum** 20.
** Lager ± häutig.
† Trichome 0,6 μ breit. **Ph. Antarcticum** 21.
†† Trichome breiter.
X Endzelle abgerundet.
≠ Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt. **Ph. Valderiae** 22.
Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. **Ph. Bohneri** 23.
XX Endzelle zugespitzt. **Ph. laminosum** 24.
XXX Endzelle abgestutzt. **Ph. truncatum** 25.
2. Trichome breiter.
A. Trichome an den Enden nicht verjüngt.
a) Endzelle abgerundet.
α) Trichome 3—6,5 μ breit.
* Trichome 3—4,5 μ breit. **Ph. Boryanum** 26.
** Trichome 3,7—3,9 μ breit.
† Lager braun. **Ph. purpurascens** var. **circinatum** 15.
†† Lager ± grün. **Ph. interruptum** f. **tenuior** 28.
*** Trichome 4—6,5 breit.
† Trichome 4—6 μ breit, Wasserbewohner. **Ph. ambiguum** 27.
†† Trichome 5—6,5 μ breit, an Felsen, Mauern u. dgl. **Ph. interruptum** 28.
β) Trichome 9,5—18 μ breit.
* Trichome 9,5 μ breit. **Ph. ambiguum** var. **maior** 27.
** Trichome 15—18 μ breit. **Ph. cincinnatum** 29.
b) Endzelle abgestutzt. **Ph. Retzii** 30.

---

1) *Ph. rubrum*, *luridum*, *subcapitatum*, *tenue*, *subuliforme*, *cincinnatum*, *Retzii*, *Fuellebornii*, *Rotheanum*, *lucidum*.

Phormidium Kütz.

Trichome gerade oder gebogen, zu vielen zu ± schleimigen oder hautartigen, mit der ganzen Unterseite dem Substrat angehefteten oder im Wasser flutenden Lagern vereinigt, mit schleimigen, oft zerfließenden, dünnen, meist miteinander verklebten Scheiden. Hormogonien.

Die Scheiden bleiben bei manchen Arten ziemlich gut erhalten, bei anderen verschleimen sie vollkommen. — Die Systematik der Arten ist ganz unbefriedigend.

Die Arten leben in fließenden oder stehenden Gewässern oder auf feuchter Erde, an Mauern u. dgl. Manche ertragen starke Grade von Austrocknung. In Thermen leben: *Ph. fragile*, *rubrum*, *luridum*, *purpurascens*, *tenue*, *subuliforme*, *valderiae*, *laminosum*, *ambiguum*, *inundatum* var. *conspersum*, *viscosum*, *favosum*, *calidum*, *lucidum*, *uncinatum*.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Trichome an den Querwänden deutlich eingeschnürt[1]), am Ende nicht hackig und nicht kopfig.

1. Trichome 0,6—0,8 μ breit.
   A. Zellen 2—8 mal so lang als breit. **Ph. angustissimum** 1.
   B. Zellen kürzer. **Ph. glaciale** 2.
2. Trichome 0,8—1,2 (1,5) μ breit. **Ph. frigidum** 3.
3. Trichome breiter.
   A. Trichome 1,5—2 μ breit.
      a) Trichome 1,5 μ breit, am Ende nicht verjüngt. **Ph. foveolarum** 4.
      b) Trichome 1—8 μ breit, am Ende ± verjüngt.
         α) Endzelle stumpf-kegelig. **Ph. Henningsii** 5.
         β) Endzelle spitz-kegelig. **Ph. fragile** 6.
   B. Trichome 2—3,3 μ breit.
      a) Trichome 2—2,6 μ breit.
         α) Zellen ½—⅓ mal so lang als breit. **Ph. Jenkelianum** 7.
         β) Zellen länger. **Ph. molle** var. **tenuior** 8.
      b) Trichome 2,7—3,3 μ breit.
         α) Trichome gerade. **Ph. molle** 8.
         β) Trichome verschlungen. **Ph. Pristleyi** 9.
   C) Trichome 3,5—9 μ breit, Endzelle meist spitzkegelig.
      a) Trichome 3,5—6 μ breit, Lager nicht büschelig und flutend.
         α) Endzelle oft mit Kalyptra, Trichome 3,5—5 μ breit. **Ph. dimorphum** 10.
         β) Endzelle immer ohne Kalyptra, Trichome 4—6 μ breit. **Ph. Jadinianum** 11.
      b) Trichome 6—8,5 μ breit, Lager büschelig, flutend. **Ph. tinctorium** 12.
      c) Trichome 9 μ breit. **Ph. tinctorium** var. **Naegelianum** 12.

1) Vgl. aber *Ph. tinctorium* var. *Naegelianum*.

** Endzelle stumpf kegelig oder abgerundet.
† Lager braun-purpurn.
Ph. Setchellianum 48.
†† Lager anders, ± grün gefärbt.
X Trichome an den Enden gerade.
≠ Zellen 1—½mal so lang als breit.
› Querwände der Zellen granuliert.
Ph. favosum 49.
›› Querwände der Zellen nicht granuliert. **Ph. calidum** 50.
Zellen ½—¼mal so lang als breit.
Ph. lucidum 51.
XX Trichome an den Enden gebogen.
≠ Enden spiralig gedreht.
Ph. favosum var. **spirale** 49.
Enden ± hackig gebogen.
› Trichome 5,5—9 μ breit, meist Wasserbewohner, Ende stark hackig. **Ph. uncinatum** 52.
›› Trichome 4—7 μ breit, meist Erdbewohner, Ende schwach hackig, oft fast gerade.
Ph. autumnale 53.

1. **Phormidium angustissimum** W. et G. S. West. — Lager häutig, dünn, blaß blaugrün. Trichome gekrümmt, verflochten, an den Querwänden eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, gerade, 0,6—0,8 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheiden farblos, verklebt. Zellen zylindrisch, 2—8, meist 4—5mal so lang als breit, an den Querwänden nicht granuliert. — In Bächen und an feuchten Felsen.

2. **Phormidium glaciale** W. et G. S. West. — Lager weit ausgebreitet, lebhaft blaugrün, bis 2 mm dick. Fäden gewunden, dicht verflochten, mit zerfließenden Scheiden, an den Enden gerade, nicht verjüngt, nicht kopfig. Zellen 0,8—0,9 μ breit, 0,8—1,1 μ lang, an den Querwänden eingeschnürt. — In stehenden Gewässern, Antarktis.
f. *longiarticulata* Wille. — Zellen bis 2mal so lang als breit, 0,7 μ breit. — Antarktis.

3. **Phormidium frigidum** Fritsch (Fig. 468). — Lager dünn, hautartig. Fäden meist ± gekrümmt und miteinander verflochten, bisweilen parallel. Scheiden schleimig, zerfließend. Trichome an den Querwänden deutlich eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, 0,8—1,2, bisweilen bis 1,5 μ breit. Endzelle abgerundet. Zellen so lang wie breit oder bis 2mal so lang, blaß blaugrün, an den Querwänden meist mit einem Körnchen. Kalyptra fehlt. — Antarktis.

4. **Phormidium foveolarum** (Mont.) Gom. (Fig. 469). — Lager dünn, schwarzgrün. Trichome gekrümmt, an den Querwänden eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, ca. 1,5 μ breit, blaß blaugrün. Scheiden weich, meist zerfließend, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch oder

B. Trichome an den Enden verjüngt.
a) Trichome ± spiralig gewunden. **Ph. Hieronymusii** 31.
b) Trichome nicht oder nur am Ende spiralig gewunden.
α) Endzelle nicht kopfig.
* Lager nicht ganz mit Kalk inkrustiert und steinern.
† Fäden zu freischwimmenden gelben Flöckchen vereinigt. **Ph. Fuelleborni** 32.
†† Lager lebhaft blaugrün.
X Trichome 4,5—5 μ breit. **Ph. fonticola** 33.
XX Trichome 8—8,5 μ breit. **Ph. viride** 34.
††† Lager schwärzlich-blaugrün oder olivenfarben.
X Trichome an den Querwänden granuliert.
≠ Trichome an den Querwänden eingeschnürt. **Ph. Rotheanum** 35.
≠≠ Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt. **Ph. inundatum** 36.
XX Trichome an den Querwänden nicht granuliert.
≠ Zellen meist länger als breit. **Ph. Corium** 37.
≠≠ Zellen meist kürzer oder so lang wie breit.
› Trichome bis 6,8 μ breit.
! Trichome 3—5 μ breit. **Ph. papyraceum** 38.
!! Trichome 5,5—6,8 μ breit. **Ph. lividum** 39.
›› Trichome 7—12 μ breit.
! Trichome 7—10,5 μ breit, Zellen mäßig kurz.
— Endzelle stumpf kegelig. **Ph. Crouani** 40.
= Endzelle spitz kegelig. **Ph. Ceylanicum** 41.
!! Trichome 10—12 μ breit, Zellen sehr kurz. **Ph. Hansgirgii** 42.
†††† Lager schwarzbraun oder ± braunrot bis violett.
X Lager schwarzbraun, klebrig. **Ph. viscosum** 43.
XX Lager braunrot oder violett, ± mit Kalk inkrustiert. **Ph. incrustatum** 44.
** Lager ganz mit Kalk inkrustiert, steinern, Trichome 3—4,5 μ breit.
† Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt. **Ph. umbilicatum** 45.
†† Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. **Ph. toficola** 46.
β) Endzelle kopfig.
* Endzelle spitz kegelig. **Ph. subfuscum** 47.

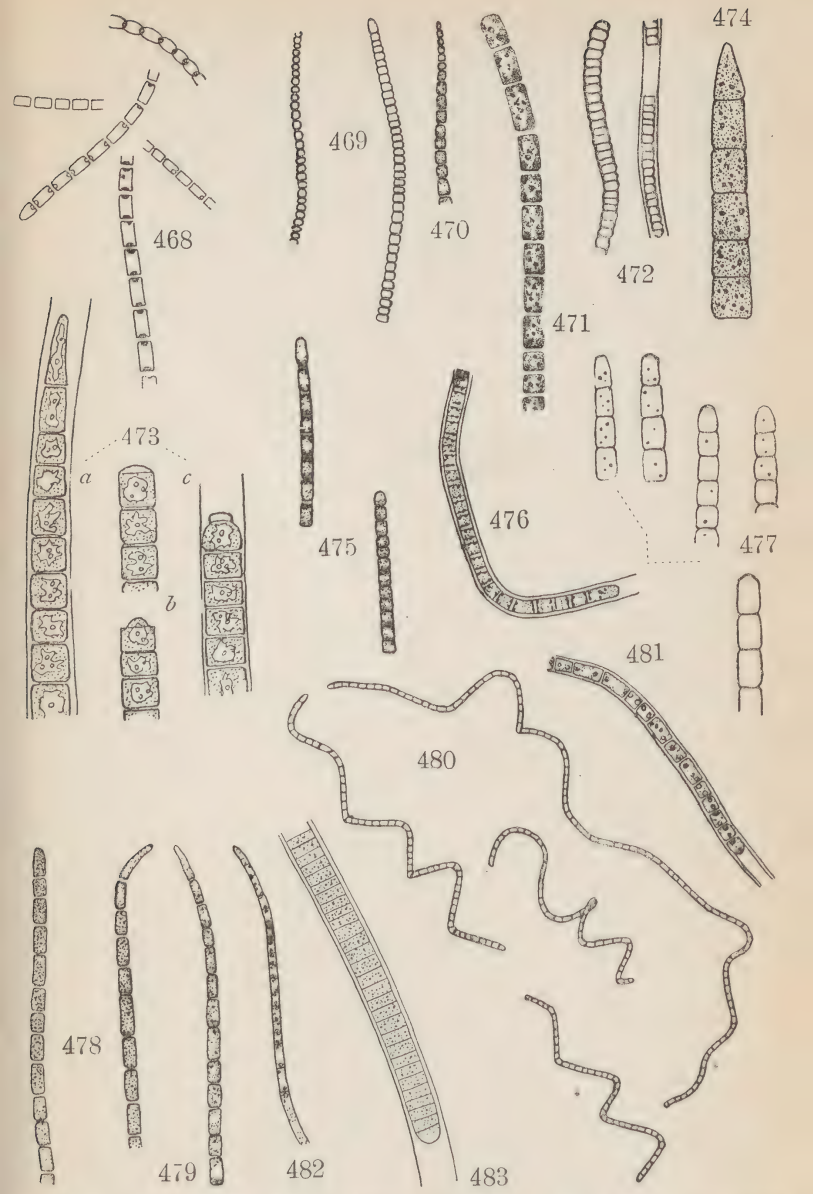


Fig. 468—483. 468 *Phormidium frigidum.* 469 *Ph. fovoelarum.* 470 *Ph. fragile.* 471 *Ph. molle.* 472 *Ph. Pristleyi.* 473 *Ph. dimorphum.* 474 *Ph. tinctorium.* 475 *Ph. luridum.* 476 *Ph. purpurascens.* 477 *Ph. subcapitatum.* 478 *Ph. tenue.* 479 *Ph. subuliforme.* 480 *Ph. Antarcticum.* 481 *Ph. Valderiae.* 482 *Ph. laminosum.* 483 *Ph. ambiguum* (468 1800×, nach Fritsch; 472 550×, nach Fritsch; 473 *a* 1552×, *b*, *c* 1086×, nach Lemmermann; 477 1200×, nach Boye P.; 480 1550×, nach W. und G. S. West; die übrigen nach Gomont; 469, 470 ca. 800×, 471 850×, 474 ca. 700×, 475 850×, 476 ca. 800×, 478 850×, 479, 481, 482 ca. 800×, 483 595×).

etwas kürzer als breit, 0,8—2 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — Auf feuchter Erde, feuchten Kalkfelsen, auch in verschmutztem Wasser.

5. **Phormidium Henningsii** Lemm. — Lager schwärzlich blaugrün. Trichome gerade oder schwach gebogen, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, am Ende wenig verjüngt, 1,8 bis 2,5 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheiden dünn, fest, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch, etwas länger oder etwas kürzer als breit, 1,2—3 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle stumpf kegelig. — An *Sphagnum* in Gewächshäusern und in Tümpeln.

6. **Phormidium fragile** (Menegh.) Gom. (Fig. 470). — Lager schleimig, geschichtet, gelblich oder bräunlich blaugrün. Trichome ± gewunden, verflochten oder fast parallel, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, am Ende verjüngt, 1,2—2,3 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheiden zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch, 1,2—3 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle spitz kegelig, ohne Kalyptra. — In salzhaltigem Wasser und in Thermen.

7. **Phormidium Jenkelianum** G. Schmid. — Lager schmutzig braunschwarz, schleimig. Trichome bräunlich-blaugrün, gewunden, 2—2,6 μ breit, am Ende nicht verjüngt. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, 0,6—1,3 μ lang. Scheiden zart, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, an den Querwänden stark eingeschnürt, nicht granuliert. Endzelle breit abgerundet, ohne Kalyptra. — Auf feuchter, verschmutzter Erde in Thüringen.

8. **Phormidium molle** (Kütz.) Gom. (Fig. 471). — Lager lebhaft blaugrün. Trichome meist gerade, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, 2,7—3,3 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheiden weich, ± zerfließend, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen quadratisch, kürzer oder länger als breit, 3—8 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. — In stehenden Gewässern und auf feuchter Erde.

   var. *tenuior* W. et G. S. West. — Zellen 2—2,4 μ breit, 2,2—3,5 μ lang. — Auf *Lemna minor* in England.

9. **Phormidium Pristleyi** Fritsch (Fig. 472). — Lager weich, lebhaft blaugrün, bei Druck leicht in kleinere Stücke zerfallend. Fäden gewunden und dicht verschlungen, bisweilen parallel. Scheiden fest oder schleimig, zerfließend. Trichome an den Querwänden eingeschnürt, brüchig, an den Enden nicht verjüngt, 3 μ breit, mit abgerundeter Endzelle. Zellen $^1/_2$ mal so lang als breit, blaß blaugrün, an den Querwänden nicht granuliert; Kalyptra fehlt. — Antarktis.

10. **Phormidium dimorphum** Lemm. (Fig. 473). — Lager hautartig, weit ausgebreitet, schwärzlich blaugrün. Trichome gerade oder gebogen, häufig parallel gelagert, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 3,5—5 μ breit, lebhaft blaugrün, an den Enden entweder lang und stark verjüngt oder breit abgerundet

var. *circinnatum* Virieux. — Trichome 3,7—3,9 μ breit, eng spiralig gewunden. — An den Wänden eines Brunnentroges, Franche-Comté.

16. **Phormidium subcapitatum** Boye P. (Fig. 477). — Lager häutig, dunkel blaugrün. Trichome gewunden, 1,8—2,2 μ breit, an den Querwänden leicht eingeschnürt, an den Enden gerade, manchmal leicht verjüngt. Zellen so lang wie breit oder bis 3 mal so lang als breit. Endzelle manchmal sehr schwach kopfig, mit runder oder stumpfkegeliger Kalyptra. Scheiden schleimig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. — Auf feuchter Erde in Island.

17. **Phormidium tenue** (Menegh.) Gom. (Fig. 478). — Lager lebhaft blaugrün, hautartig ausgebreitet. Trichome gerade oder leicht gekrümmt, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende verjüngt, 1—2 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheiden dünn, verschleimend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen bis 3 mal so lang als breit, 2,5—5 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle langkegelig, ohne Kalyptra. — In stehenden Gewässern, auf Erde, in Thermen, in salzhaltigem Wasser.

Die Trichome können, wohl bei Nahrungsmangel, gelbgrün werden (var. *chlorina* Playfair).

18. **Phormidium subuliforme** Gom. (Fig. 479). — Lager gelbgrün (immer?), geschichtet. Trichome gerade, an den Querwänden eingeschnürt, an den Enden verjüngt und gebogen, 2—2,8 μ breit, blaugrün. Scheiden zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen bis 4 mal so lang als breit, 6—8 μ lang. Endzelle ± spitz kegelig, ohne Kalyptra. — In Thermen (St. Paul, Island, Algier).

Die Art wurde bisher erst 4 mal gefunden.

19. **Phormidium Naveanum** Grun. — Lager dünn, dunkelgrün bis braun. Trichome bräunlich-blaugrün, 1,6—1,8 μ breit. Scheiden ± fest. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$, selten bis $^1/_4$ mal so lang als breit, an den Querwänden granuliert (?). Endzelle? — In Gräben und Quellen. — Ungenau bekannt.

20. **Phormidium ramosum** Boye P. — Lager pinselförmig, zerteilt, flutend, lebhaft blaugrün. Scheiden meist zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome parallel oder ± verschlungen, 1,3—1,9 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen 2—3 mal so lang als breit. Endzelle abgerundet, mit verdickter Membran. — Island, in warmem Wasser.

21. **Phormidium Antarcticum** W. et G. S. West (Fig. 480). — Fäden einzeln unter anderen Algen, freischwimmend, kurz, mit undeutlichen, meist zerfließenden Scheiden, ± regelmäßig spiralig gewunden, an den Enden nicht verjüngt. Zellen 1—2 mal so lang als breit, 0,6 μ breit, 0,6—1,2 μ lang. — In stehendem Wasser, Antarktis.

Fritsch fand die Art mit leicht oder nicht spiralig gebogenen Trichomen.

22. **Phormidium Valderiae** (Delp.) Schmidle (Fig. 481). — Lager schlüpfrig, ausgebreitet, bis 3 cm hoch, geschichtet,

und kaum verjüngt. Scheiden fest, farblos, dünn, nicht geschichtet, dicht anliegend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen meist quadratisch, seltener kürzer, an den Enden auch länger als breit, 2—5,5, meist 3 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle entweder lang kegelförmig und kurz abgerundet, oder breit abgerundet und mit halbkugeliger, etwas platt gedrückter, ca. 2 μ breiter und 1,5 μ hoher Kalyptra versehen. — Saline in Kissingen.

11. **Phormidium Jadinianum** Gom. — Lager schwarzgrün bis olivengrün, dünn, formlos. Fäden ± parallel. Scheiden dünn, zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome olivengrün, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, mit geraden, scharf zugespitzten Enden, 4—6 μ breit. Zellen kürzer als breit bis fast quadratisch, 2—3,5 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle spitz kegelig, ohne Kalyptra. — An Baumstämmen und in Bächen, oft zusammen mit *Scytonema ocellatum* und *Ph. Retzii*.

12. **Phormidium tinctorium** Kütz. (Fig. 474). — Lager büschelig, flutend, schleimig, schwarzgrün bis purpurn, getrocknet gelbrot bis violett. Fäden fast gerade, parallel, an den Querwänden eingeschnürt, am Ende verjüngt, 6—8,5 μ breit, gelbrot (immer?). Scheiden weich, verschleimend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, 5—11 μ breit, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle spitz kegelig, ohne Kalyptra. — In Bächen und Flüssen.

var. *Naegelianum* Kütz. — Lager häutig, gelbbraun bis braun, getrocknet rotviolett. Trichome 9 μ breit. Zellen etwas kürzer als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. — In der Schweiz und bei Salzburg.

13. **Phormidium rubrum** Tilden. — Lager klein, scharlachrot. Fäden meist gerade. Scheiden kaum sichtbar. Trichome an den Enden nicht verjüngt, an den Querwänden eingeschnürt, 1 μ breit. Zellen fast quadratisch oder etwas länger als breit. Endzelle? — In Thermen.

14. **Phormidium luridum** (Kütz.) Gom. (Fig. 475). — Lager hautartig, an der Oberfläche purpurn bis schwarzviolett, im Innern grau-blaugrün. Trichome gekrümmt, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt und gerade, 1,7—2 μ breit, blaß violett. Scheiden dünn, weich, zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, 1,8—4,7 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehenden Gewässern; auch in Thermen.

15. **Phormidium purpurascens** (Kütz.) Gom. (Fig. 476). — Lager lederartig, purpurn bis braunviolett. Trichome stark gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, 1,5—2,5 μ breit, schmutzig violett. Scheiden ± zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch oder bis fast 2 mal so lang als breit, 2—4,5 μ lang, an den Querwänden meist mit zwei Körnchen. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehenden Gewässern, an Felsen, in Thermen.

var. *circinnatum* Virieux. — Trichome 3,7—3,9 μ breit, eng spiralig gewunden. — An den Wänden eines Brunnentroges, Franche-Comté.

16. **Phormidium subcapitatum** Boye P. (Fig. 477). — Lager häutig, dunkel blaugrün. Trichome gewunden, 1,8—2,2 μ breit, an den Querwänden leicht eingeschnürt, an den Enden gerade, manchmal leicht verjüngt. Zellen so lang wie breit oder bis 3 mal so lang als breit. Endzelle manchmal sehr schwach kopfig, mit runder oder stumpfkegeliger Kalyptra. Scheiden schleimig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. — Auf feuchter Erde in Island.

17. **Phormidium tenue** (Menegh.) Gom. (Fig. 478). — Lager lebhaft blaugrün, hautartig ausgebreitet. Trichome gerade oder leicht gekrümmt, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende verjüngt, 1—2 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheiden dünn, verschleimend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen bis 3 mal so lang als breit, 2,5—5 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle langkegelig, ohne Kalyptra. — In stehenden Gewässern, auf Erde, in Thermen, in salzhaltigem Wasser.

Die Trichome können, wohl bei Nahrungsmangel, gelbgrün werden (var. *chlorina* Playfair).

18. **Phormidium subuliforme** Gom. (Fig. 479). — Lager gelbgrün (immer?), geschichtet. Trichome gerade, an den Querwänden eingeschnürt, an den Enden verjüngt und gebogen, 2—2,8 μ breit, blaugrün. Scheiden zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen bis 4 mal so lang als breit, 6—8 μ lang. Endzelle ± spitz kegelig, ohne Kalyptra. — In Thermen (St. Paul, Island, Algier).

Die Art wurde bisher erst 4 mal gefunden.

19. **Phormidium Naveanum** Grun. — Lager dünn, dunkelgrün bis braun. Trichome bräunlich-blaugrün, 1,6—1,8 μ breit. Scheiden ± fest. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$, selten bis $^1/_4$ mal so lang als breit, an den Querwänden granuliert (?). Endzelle? — In Gräben und Quellen. — Ungenau bekannt.

20. **Phormidium ramosum** Boye P. — Lager pinselförmig, zerteilt, flutend, lebhaft blaugrün. Scheiden meist zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome parallel oder ± verschlungen, 1,3—1,9 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen 2—3 mal so lang als breit. Endzelle abgerundet, mit verdickter Membran. — Island, in warmem Wasser.

21. **Phormidium Antarcticum** W. et G. S. West (Fig. 480). — Fäden einzeln unter anderen Algen, freischwimmend, kurz, mit undeutlichen, meist zerfließenden Scheiden, ± regelmäßig spiralig gewunden, an den Enden nicht verjüngt. Zellen 1—2 mal so lang als breit, 0,6 μ breit, 0,6—1,2 μ lang. — In stehendem Wasser, Antarktis.

Fritsch fand die Art mit leicht oder nicht spiralig gebogenen Trichomen.

22. **Phormidium Valderiae** (Delp.) Schmidle (Fig. 481). — Lager schlüpfrig, ausgebreitet, bis 3 cm hoch, geschichtet,

außen schmutzig grün, innen farblos. Trichome dicht verflochten, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, 2—2,5 μ breit, blaugrün. Scheiden eng, ± zerfließend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen länger als breit, 3,3—6,7 μ lang, an den Querwänden mit 1—2 Körnchen. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In fließenden und stehenden Gewässern, auch in Thermen.

23. **Phormidium Bohneri** Schmidle. — Lager dünn, schleimig, grün. Trichome fast gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1,7—2 μ breit, am Ende abgerundet, blaugrün. Scheiden ± zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen meist kürzer als breit, selten quadratisch oder etwas länger als breit. Endzelle abgerundet. — Auf feuchter Erde (Afrika).

24. **Phormidium laminosum** (Ag.) Gom. (Fig. 482). — Lager lebhaft blaugrün, gelblich oder fast ziegelrot, häutig. Trichome gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende verjüngt, 1—1,5 μ breit. Scheiden eng, weich, oder zerfließend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen länger als breit, an den Querwänden mit einem Körnchen. Endzelle spitz kegelig, ohne Kalyptra. — In stehendem Wasser, an überrieselten Felsen, in Thermen.

f. *homogenea* Wille. — Trichome 1,5—2 μ breit, an den Querwänden nicht granuliert.

var. *aeruginea* Boresch. — Lager blaugrün, ohne chromatische Adaptation.

var. *olivaceo-fusca* Boresch. — Lager im gewöhnlichen Tageslicht olivenbraun, im farbigen Licht sich komplementär verfärbend.

Die beiden Varietäten wurden von Boresch in zahlreichen Versuchen sehr eingehend untersucht und es hat sich gezeigt, daß sie in ihrem Verhalten gegenüber der Einwirkung farbigen Lichtes sich ganz verschieden verhalten.

25. **Phormidium truncatum** Lemm. — Lager ausgebreitet, weich, graugrün bis blaugrün. Scheiden zu einer amorphen, schleimigen Masse zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome schwach hin- und hergebogen, parallel gelagert, mit undeutlichen Querwänden, nicht eingeschnürt, blaß blaugrün, 1—1,6 μ breit. Zellen zylindrisch, 2—4 μ lang, mit mehreren größeren, unregelmäßig gelagerten Körnchen im Innern. Endzelle vorne schwach verbreitert, gerade abgestutzt. — Weithin die Steine in der Lahn bei Saßmannshausen überziehend.

26. **Phormidium Boryanum** Kütz. — Lager häutig, dunkel blaugrün, ± geschichtet. Trichome gerade, an den Enden nicht verjüngt, blaugrün, 3—3,2, selten bis 4,5 μ breit. Zellen so lang wie breit, an den Querwänden nicht granuliert. Enden gerade. — In Bergbächen.

f. *flexuosa* (Kütz.) Rabh. — Trichome gewunden. Zellen $^1/_2$ mal so lang als breit.

27. **Phormidium ambiguum** Gom. (Fig. 483). — Lager lebhaft blaugrün, schwarz- oder gelbgrün. Trichome gekrümmt, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende abgerundet,

4—6 μ breit, blaugrün. Scheiden dünn, fest oder verschleimend, manchmal dick und ± geschichtet, durch Chlorzinkjod blau gefärbt Zellen kürzer als breit, 1,5—2,7 μ lang, an den Querwänden manchmal granuliert, manchmal mit Pseudovakuolen. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehenden, auch salzigen Gewässern, und in Thermen.

Die Hormogonien besitzen Pseudovakuolen.

var. *maior* Lemm. — Trichome 9,5 μ breit, lebhaft blaugrün. Zellen 2,5—3,5 μ lang, an den Querwänden granuliert.

28. **Phormidium interruptum** Kütz. — Lager häutig, blaugrün, schleimig. Trichome gekrümmt, an den Enden nicht verjüngt, gelbgrün (immer?), 5—6,5 μ breit. Zellen $^1/_2$ mal so lang als breit, manchmal an den Querwänden geranuliert. Scheiden fest. Ende gerade, stumpf. — An feuchten Felsen.

f. *tenuior* Rabh. — Trichome 3,7 μ breit. — An feuchten Mauern.

29. **Phormidium cincinnatum** Itzigs. — Lager ± schwärzlich-blaugrün. Trichome gerade oder schwach gekrümmt, ± parallel, an den Enden nicht verjüngt, 15—18 μ breit, dunkel-blaugrün, an den Querwänden leicht eingeschnürt. Scheiden fest, außen schleimig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen viel kürzer als breit, 2,5—4 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet. — In einem Morastloch auf modernden Blättern in Deutschland.

30. **Phormidium Retzii** (Ag.) Gom. (Fig. 485). — Lager lebhaft blaugrün bis schwärzlich stahlblau, dick und fest oder flutend und pinselförmig zerteilt. Fäden ± gerade, an den Querwänden nicht oder schwach eingeschnürt, an den Enden nicht verjüngt, gerade, 4,5—12 μ breit, dunkel-blaugrün. Scheiden dünn, fest oder verschleimend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen kürzer oder länger als breit, 4—9 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle kaum verjüngt, abgestutzt, mit schwach verdickter Membran, ohne Kalyptra. — In fließenden Gewässern, an Steinen u. dgl.

Die Art ist wohl als Sammelspezies zu betrachten.

var. *nigro-violacea* Wille. — Farbe der Lager braun. Mit dieser Form stellte Boresch seine Versuche über Chlorose an. Bei ungenügender Zufuhr von Eisen nimmt das Lager violette, rote oder orangefarbene Töne an. Die Varietät zeigt keine chromatische Adaption.

31. **Phormidium Hieronymusii** Lemm. — Lager schmutzig olivengrün. Trichome ± regelmäßig spiralig gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende deutlich verjüngt, 7 μ breit, schmutzig blau- bis gelbgrün. Scheiden dünn, fest, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen sehr kurz, 1,5—2 μ lang, an den Querwänden oft granuliert. Endzelle abgerundet, seltener leicht kopfig. — An feuchten Felsen in Schlesien.

32. **Phormidium Fuellebornii** Schmidle. — Fäden ± parallel, zu kleinen freischwimmenden, gelblichen (immer?) Flöckchen vereinigt, 16—20 μ breit. Trichome gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende abgerundet, blaugrün.

Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen sehr kurz, oft leicht rosenkranzförmig, an den Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet. — In stehenden Gewässern in Afrika.

33. **Phormidium fonticola** Kütz. — Lager lederig-häutig, geschichtet, lebhaft blaugrün. Trichome fast gerade, 4,5—5 μ breit, mit dicken Scheiden. Zellen 1—½ mal so lang als breit, an den Querwänden zart granuliert. Ende verjüngt, gerade, stumpf, ± lang. — In Bächen und Quellen.

34. **Phormidium viride** (Vauch.) Lemm. — Lager lebhaft blaugrün. Trichome fast gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende deutlich verjüngt und gerade oder schwach hackig, 8—8,5 μ breit, lebhaft blaugrün. Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen kürzer als breit, 2,7—4 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet kegelig. — In stehendem Wasser.

35. **Phormidium Rotheanum** Itzigs. — Lager dünn, schwärzlich-blaugrün. Trichome gerade oder gebogen, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende deutlich verjüngt, 8—11 μ breit, blaugrün. Scheiden dünn, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen viel kürzer als breit, 2,7—4 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle stumpf kegelig. — In stehenden Gewässern an Wasserpflanzen.

36. **Phormidium inundatum** Kütz. (Fig. 486). — Lager häutig, schwärzlich blaugrün. Trichome ± gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende gerade, deutlich verjüngt, blaugrün, 3—5 μ breit. Scheiden dünn, verschleimend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, 4—8 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — In fließenden und stehenden Gewässern; auch an feuchten Felsen.

var. *conspersum* Menegh. — Lager grün, Trichome gebogen. — In Thermen.

var. *symplociformis* Hansg. — Trichome zu 8 mm langen Bündeln vereinigt. — Zusammen mit der typischen Form.

37. **Phormidium Corium** (Ag.) Gom. (Fig. 487). — Lager lederig-häutig, ausgebreitet, schwarz- bis braungrün oder blaugrün. Trichome ± gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende gerade, kurz verjüngt, 3—4,5 μ breit, blaugrün. Scheiden dünn, oft verschleimend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen fast quadratisch bis 2 mal so lang als breit, 3,4—8 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — In stehenden und fließenden Gewässern, am Grund von Baumstämmen, an feuchten Mauern u. dgl.

var. *acuminatum* Playfair. — Trichome 5—8 μ breit, an den Enden spitz kegelig, blaß grün. Zellen 3—8 μ lang. — Australien.

var. *constrictum* Playfair. — Trichome an den Querwänden eingeschnürt. Zellen 4—5 μ breit, 8 μ lang. Endzelle spitz kegelig. — Australien.

38. **Phormidium papyraceum** (Ag.) Gom. (Fig. 488). — Lager ausgebreitet, dünn, lederig, schwarzgrün, glänzend. Trichome

gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende kurz verjüngt, 3—5 μ breit, blaugrün. Scheiden dünn, manchmal verschleimend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen meist kürzer als breit, 2—4 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — In fließenden und stehenden, auch salzhaltigen Gewässern.

Die Trichome werden manchmal gelblich (var. *lutescens* Stockm.).

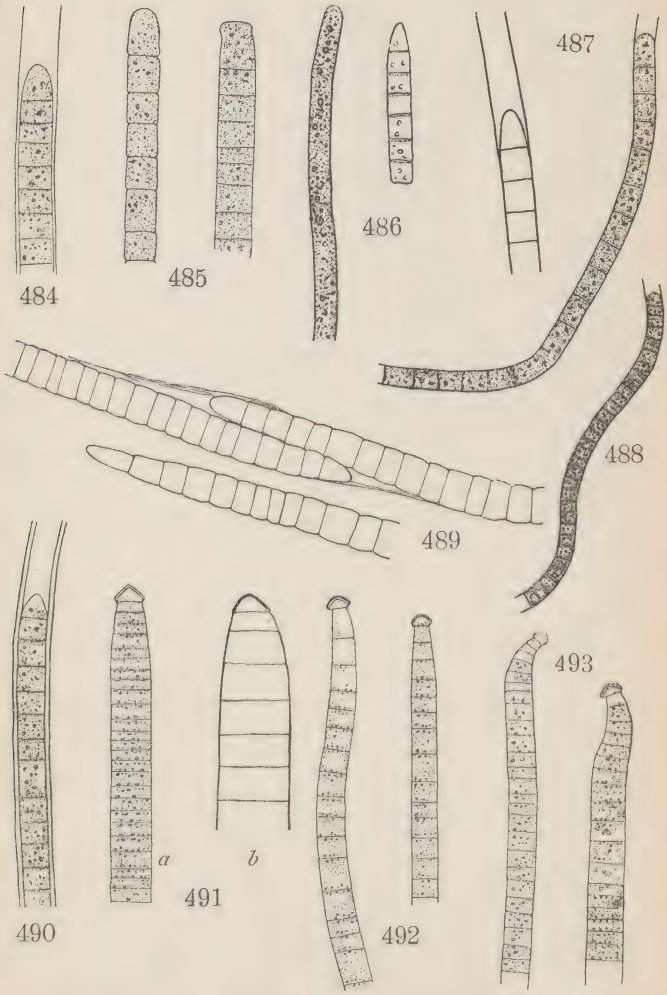


Fig. 484—493. 484 *Phormidium Crouani.* 485 *Ph. Retzii.* 486 *Ph. inundatum.* 487 *Ph. Corium.* 488 *Ph. papyraceum.* 489 *Ph. Ceylanicum.* 490 *Ph. incrustatum.* 491 *Ph. subfuscum.* 492 *Ph. favosum.* 493 *Ph. uncinatum* (489, 488×, nach Wille, 491 *b* 800×, Original, die übrigen nach Gomont, ca. 400×).

39. **Phormidium lividum** Näg. — Lager häutig, weich, grau, stahlblau bis blaugrün. Trichome 5,5—6,8 μ breit, schmutzig und blaß blaugrün, am Ende verjüngt. Zellen bis $^1/_2$ mal so lang als breit, an den Querwänden nicht granuliert. — Auf feuchter Erde und an feuchten Felsen.
Ungenau bekannt.

40. **Phormidium Crouani** Gom. (Fig. 484). — Lager schwärzlich blaugrün, dünn, häutig. Trichome fast parallel, leicht gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit geraden, kurz verjüngten Enden, 7,5—10,5 μ breit. Scheiden dünn, zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen 1 bis $^1/_2$ mal so lang als breit, 4—8 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — In stehendem Wasser.

41. **Phormidium Ceylanicum** Wille (Fig. 489). — Lager olivblaugrün oder dunkelgrün, flach. Scheiden zu einer gemeinsamen, formlosen, mit Chlorzinkjod sich nicht färbenden Schleimmasse zerfließend. Trichome blaugrün, gerade, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende allmählich verjüngt, nicht kopfig, 7—9 μ breit. Zellen so lang wie breit oder $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang. Endzelle ± spitz kegelförmig, ohne Kalyptra. — Zwischen Moosen in Wäldern, Ceylon.

42. **Phormidium Hansgirgii** Schmidle. — Lager bläulich grauschwarz bis schwarz, fest. Trichome fast gerade, parallel, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende kurz verjüngt, 10—12 μ breit, blaugrün. Scheiden ca. 2 μ dick, anfangs farblos, später stark gelbbraun, verschleimend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen sehr kurz, 1—2 μ lang, an den Querwänden nicht (?) granuliert. Endzelle kegelig. — In Sümpfen in Ostindien.

43. **Phormidium viscosum** Lemm. — Lager klebrig, weich, schwarzbraun. Trichome fast gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende leicht verjüngt und schwach hackig, 4—5,5 μ breit, blaugrün. Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, zu einer fibrillären Masse verschleimend. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, an den Querwänden undeutlich granuliert. Endzelle stumpf kegelig. — In warmen Abflüssen.

44. **Phormidium incrustatum** (Näg.) Gom. (Fig. 490). — Lager braunrot oder violett, mit Kalk inkrustriert. Trichome verflochten, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit geraden, kurz verjüngten Enden, 4—5 μ breit. Scheiden dünn, schleimig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch, 3,5—5,2 μ lang, an den Querwänden manchmal granuliert. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — In fließenden und stehenden Gewässern.
var. *cataractarum* (Näg.) Gom. — Trichome aufrecht, parallel. — Zusammen mit der typischen Form.

45. **Phormidium umbilicatum** (Näg.) Gom. — Lager ganz mit Kalk inkrustiert, steinern, warzig, an der Oberfläche grau. Trichome gewunden, oder ± aufrecht, parallel, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit geradem, kurz verjüngtem Ende, 3—4 μ breit, blaugrün. Scheiden ziemlich dick, zer-

fließend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen fast quadratisch, 3—5 μ lang. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — Schweiz.

46. **Phormidium toficola** (Näg.) Gom. — Lager mit Kalk inkrustiert, hart, graubraun. Trichome verflochten, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit geradem, kurz verjüngtem Ende, 3—4,5 μ breit, blaß blaugrün. Scheiden sehr dick, schleimig, geschichtet, manchmal tutenförmig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch, 2,3—5 μ lang. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — Schweiz.

47. **Phormidium subfuscum** Kütz. (Fig. 491). — Lager ausgebreitet, schwarzgrün bis schmutzig grün, dünn, geschichtet. Trichome gerade, ± parallel, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende kurz verjüngt, gerade, kopfig, 8—11,5 μ breit, dunkelblaugrün oder olivengrün. Scheiden zu einer geschichteten Schleimmasse zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen $^1/_2$—$^1/_4$ mal so lang als breit, 2—4 μ lang, an den Querwänden oft granuliert. Endzelle gerade, spitz kegelig, mit rundlicher oder flach kegeliger Kalyptra. — In fließenden und stehenden Gewässern.

var. *Joannianum* (Kütz.) Gom. — Trichome 5,5—7 μ breit. — In stehenden, seltener in fließenden Gewässern.

var. *inaequale* Näg. — Lager ± fest, geschichtet, braungrün. Trichome ungleich, 3—4,7, selten bis 7 μ breit. Zellen 1—$^1/_2$ mal so lang als breit, an den Querwänden ± deutlich granuliert.

var. *purpurascens* Brügg. — Lager purpurn bis violett; Trichome violett-stahlblau, 6—8 μ breit.

var. *luteo-fuscescens* Rabh. — Lager gelbbraun; Trichome bis 6 μ breit.

var. *biforme* Hansg. — Trichome teils 2,5—3 μ, teils 5—6 μ breit. — In Thermen. — Fragliche Form.

48. **Phormidium Setchellianum** Gom. — Lager dünn, braunpurpurn, getrocknet dunkel stahlblau. Trichom blaß purpurn, gerade oder leicht gekrümmt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 4,4—8 μ breit, an den Enden leicht verjüngt, gebogen und kopfig. Scheiden zart, meist zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, 3—6 μ lang, an den Querwänden oft granuliert. Endzelle kopfig, mit flach-kegeliger Kalyptra. — In Bächen an Steinen.

49. **Phormidium favosum** (Bory) Gom. (Fig. 492). Lager schwarzblaugrün, getrocknet stahlblau, ausgebreitet oder flutend. Trichome ± gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende verjüngt und gerade, 4,5—9 μ breit, ± blaugrün. Scheiden meist verschleimend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen 1—$^1/_2$ mal so lang als breit, an den Querwänden granuliert. Endzelle kopfig, mit stumpf kegeliger bis fast halbkugeliger Kalyptra. — Meist in fließenden Gewässern; auch in Thermen. Perforiert Kalksteine und ist nach Chodat an der Bildung der sogenannten Furchensteine am Ufer von Seen beteiligt.

var. *spirale* Lemm. — Trichome an den Enden spiralig gedreht.

50. **Phormidium calidum** (K. B. H.) Gom. — Lager dünn, häutig, dunkel grün. Trichome fast gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 6—8 μ breit, mit geraden, kaum verjüngten Enden, dunkel blaugrün. Scheiden zerfließend. Zellen fast quadratisch bis $^1/_2$ mal so lang als breit, 3—8 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle kopfig, mit flach kegeliger Kalyptra. — In heißen Schwefelquellen.

51. **Phormidium lucidum** (Ag.) Kütz. — Lager fest, dick, an der Oberfläche dunkelgrün, im Innern ± farblos. Trichome leicht gekrümmt, fast parallel, olivengrün, an den Querwänden leicht eingeschnürt, 7—8 μ breit, an den Enden gerade und

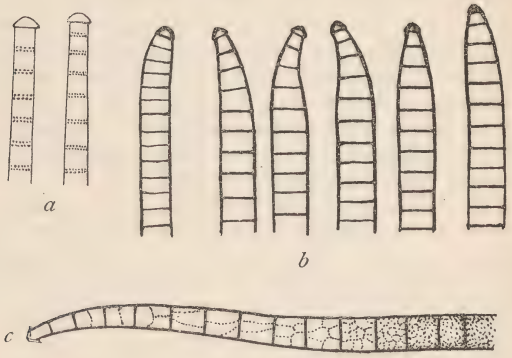


Fig. 494. *Phormidium autumnale* (*a* 800×, nach Fritsch; *b* 1500×, *c* 1200×, Original). *c* stellt ein Trichomende mit Keritomie des Plasmas dar.

± verjüngt, manchmal stachelförmig zugespitzt. Scheiden zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen sehr kurz, $^1/_2$—$^1/_4$ mal so lang als breit, 2—2,5 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle kopfig, mit runder oder fast kegeliger Kalyptra. — In Thermen.

52. **Phormidium uncinatum** (Ag.) Gom. (Fig. 493). — Lager schwarzgrün bis braunschwarz, ausgebreitet oder flutend und büschelig zerteilt. Trichome gerade oder wenig gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende verjüngt und hackig oder schwach spiralig, 5,5—9 μ breit, blaugrün oder schmutziggrün. Scheiden fest oder verschleimend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit, seltener fast quadratisch, oft an den Querwänden granuliert. Endzelle kopfig, meist mit stumpfer, seltener mit abgerundet-kegeliger Kalyptra. Drehrichtung nach links. — In fließenden und stehenden Gewässern, seltener auf feuchter Erde und in Thermen.

Die Art ist sehr polymorph und wohl nur ein Sammelbegriff.

53. **Phormidium autumnale** (Ag.) Gom. (Fig. 494). — Lager schwarz-blaugrün oder olivengrün, manchmal gelblich oder

violett. Trichome meist gerade, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende meist kurz und stark, seltener allmählich (Fig. 494a) verjüngt, 4—7 μ breit, blaugrün oder schmutzig grün. Scheiden fest oder verschleimend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen quadratisch oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit, an den Querwänden oft granuliert. Ende gerade oder schwach hackig gebogen. Endzelle kopfig, mit abgerundeter oder flach kegeliger Kalyptra. — Auf feuchter Erde, an Mauern, Baumstämmen und in Bächen.

Die Art ist sehr polymorph, die Grenzen gegenüber *Ph. uncinatum* sind fließend. Es ist keineswegs zutreffend, daß *Ph. uncinatum* immer submers und *Ph. autumnale* immer aërophytisch lebt. *Ph. autumnale* ist in schnellfließenden, kalkhaltigen Gebirgsbächen oft sehr verbreitet. — Die Form der Enden ist sehr variabel; man findet nicht weit voneinander entfernt Lager mit durchwegs geraden Enden und Lager in allen Übergängen bis zu typischen *uncinatum*-Formen. — Die Breite der Trichome ist in einem Lager meist innerhalb enger Grenzen konstant.

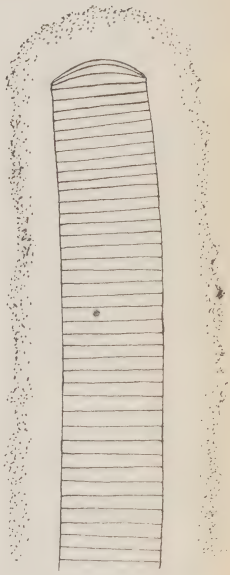


Fig. 495. *Katagnymene palustris* (400×, nach G. S. West).

Proterendothrix W. et G. S. West.

Trichome einzeln in dicken, farblosen, aufgequollenen, außen unebenen Scheiden, kurz. Fäden einzeln oder zu wenigen, anfangs endophytisch in der Scheide von *Porphyrosiphon Notarissii*, später epiphytisch.

Einzige Art:

Proterendothrix scolecoidea W. et G. S. West. — Fäden 9,5—19 μ breit. Trichome hin- und hergebogen, am Ende oft etwas verjüngt, blaugrün. Zellen 4,5—5,5 μ breit, fest quadratisch oder etwas kürzer als lang. Scheide farblos, dick, außen uneben. — An *Porphyrosiphon Notarisii* auf feuchter Erde in Afrika.

Katagnymene Lemm.

Trichome von einer mächtigen, weichen Gallerthülle umgeben, einzeln, freischwimmend.

Einzige Art:

Katagnymene palustris G. S. West (Fig. 495). — Trichome einzeln unter anderen Algen, leicht gekrümmt, ziemlich kurz und dick. Ende fast abgestutzt; Endzelle schwach konvex. Zellen scheibenförmig, 28 μ breit, 2,8—3 μ lang. Gallerthülle schleimig, weit, farblos, unregelmäßig. — In einem See Ägyptens, zusammen mit *Zygnema*, *Vaucheria sessilis*, *Anabaena oscillarioides* var. *tenuis* und *Cylindrospermum indentatum*.

Symploca Kütz.

Trichome einzeln in einer dünnen Scheide, lang. Fäden anfangs niederliegend, später meist zu aufrechten Bündeln miteinander vereinigt, manchmal verzweigt. Scheiden fest oder verschleimend.

Die Gattung zeigt zum Teil Annäherungen an *Phormidium* und *Schizothrix*. *S. thermalis* und seltener auch andere Arten zeigen manchmal Verzweigungen der Fäden.

Die Arten leben sowohl submers wie auch aërophytisch. In Thermen wachsen *S. Meneghiniana*, *muralis* var. *hormoides*, *Yappii*, *thermalis* und *elegans*.

Bestimmmungsschlüssel der Arten.

I. Trichome 3 μ breit oder breiter.
  1. Zellen so lang wie breit oder länger als breit.
    A. Trichome 3,7—4,5 μ breit. **S. Ralfsiana** 1.
    B. Trichome 4,5—9 μ breit. **S. muscorum** 2.
  2. Zellen so lang wie breit oder kürzer als breit[1]).
    A. Trichome 4,5—9 μ breit. **S. muscorum** var. **fusca** 2.
    B. Trichome 3,4—4 μ breit.
      a) Zellen $^1/_3$ mal so lang als breit oder länger. **S. Meneghiniana** 3.
      b) Zellen $^1/_2$ mal so lang als breit oder länger. **S. muralis** 4.
    C. Trichome 4,2—5,7 μ breit.
      a) Lager lebhaft blaugrün. **S. Flotowiana** 5.
      b) Lager braunschwarz. **S. melanocephala** 6.

II. Trichome schmäler als 3 μ.
  1. Bündeln nicht anastomisierend.
    A. Bündeln radial ausstrahlend. **S. radians** 7.
    B. Bündeln nicht radial ausstrahlend.
      a) Trichome 2—3 μ breit.
        α) Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt. **S. cartilaginea** 8.
        β) Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. **S. erecta** 9.
      b) Trichome 1,2—2,5 μ breit.
        α) Trichome 2 μ breit, Zellen 1,8—2,4 μ lang. **S. Yappii** 10.
        β) Trichome 1,2—2 μ breit, Zellen 1,7—5 μ lang. **S. thermalis** 11.
        γ) Trichome 1,5—2,5 μ breit, Zellen 3—8 μ lang. **S. dubia** 12.
  2. Bündeln anastomisierend.
    A. Trichome 1,3—2 μ breit. **S. elegans** 13.
    B. Trichome 1,8—3 μ breit. **S. parietina** 14.

1. **Symploca Ralfsiana** Rabh. — Lager blau-olivengrün bis schwärzlich. Bündeln bis 2—3 cm lang, dicht gedrängt. Trichome blaß blaugrün oder stahlblau, 3,7—4,5 μ breit, gegen das Ende

1) Nur bei *S. melanocephala* sind die Zellen manchmal auch etwas länger als breit.

zu fast rosenkranzförmig. Zellen so lang wie breit oder länger als breit. Scheiden fest, weit. — Zwischen Moosen.

2. **Symploca muscorum** (Ag.) Gom. (Fig. 497). — Trichome gekrümmt, eng aneinanderliegend, zu niederliegenden, kriechenden, seltener aufrechten, blaugrünen, bräunlich grünen oder schwärzlichen Bündeln oder zu einem schleimigen, *Phormidium*-artigen Lager vereinigt. Scheiden dünn, fest oder ± schleimig,

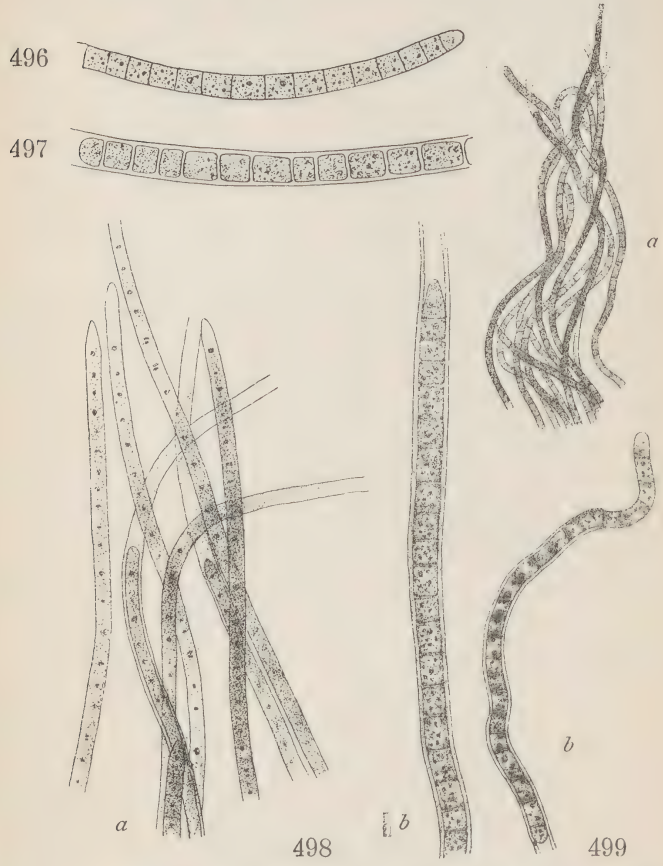


Fig. 496—499. 496 *Symploca muralis*. 497 *S. muscorum*. 498 *S. cartilaginea*. 499 *S. thermalis* (498 *b*, 499 *b* 900×, die übrigen 595×, alle nach Gomont).

bis 2 μ dick, durch Chlorzinkjod blau gefärbt (immer?). Zellen 5—8 μ breit, fast quadratisch oder bis 2mal so lang als breit. Endzelle meist breit abgerundet, seltener abgerundet kegelig, mit zarter Kalyptra. — Zwischen Moosen und in stehenden Gewässern.

var. *caldariorum* Lemm. — Lager grauweiß bis fast violett, häutig. Zellen 4,5—5,5 μ breit, 5,5—8 μ lang, blaß stahlblau. Endzelle breit abgerundet. — In Warmhäusern.

var. *rivularis* (Wolle) Tilden. — Zellen fast quadratisch, 8—9 μ breit. — In einem Fluß Nordamerikas.

var. *fusca* Frémy. — Lager ausgebreitet, schleimig, gelbbraun. Fäden 11 μ breit. Scheiden zart, farblos, nicht geschichtet. Zellen quadratisch oder etwas kürzer als breit, gelbbraun. — Auf feuchter Erde in Zentralafrika.

3. **Symploca Meneghiniana** Kütz. — Bündeln bis 3 cm lang, an den Enden in pinselförmige Büscheln aufgelöst. Fäden dicht gedrängt, leicht gekrümmt, tauartig umeinander gewickelt. Scheiden dick, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome 3—4,5 μ breit, blaugrün, an den Querwänden eingeschnürt. Zellen sehr kurz, bis $^1/_3$ mal so lang als breit, selten fast quadratisch, 1,5—2,5 μ lang. Endzelle nicht verjüngt, abgerundet, mit verdickter Membran. — In Thermen.

4. **Symploca muralis** Kütz. (Fig. 496). — Fäden stark gekrümmt, dicht verflochten, zu aufrechten, bis 2 mm langen, schwärzlich-stahlblauen Büscheln vereinigt. Scheiden dünn, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen 3,4—4 μ breit, fast quadratisch oder kürzer als breit. Endzelle stumpf kegelig, ohne Kalyptra. — Auf feuchter Erde, an feuchten Mauern, am Grund alter Bäume.

var. *hormoides* (Menegh.) Forti. — Trichome fast rosenkranzförmig. — Zwischen Moosen, auf Erde; auch in Thermen.

5. **Symploca Flotowiana** Kütz. — Bündeln aufrecht, 2—4 mm lang, am Ende oft aufgelöst und zerteilt, lebhaft blaugrün. Trichome blaß grau-blaugrün, verflochten 4,2—5,7 μ breit, mit den Scheiden 8,7—10 μ breit. Zellen etwas kürzer als breit. — Auf feuchter Erde.

6. **Symploca melanocephala** Kütz. — Bündeln 2—4,5 mm lang, ein braunschwarzes Lager bildend. Trichome locker verschlungen, blaugrün, 4,5—5 μ, mit der Scheide 6,5—9 μ breit. Zellen so lang wie breit oder etwas kürzer oder länger, an den Querwänden nicht eingeschnürt. — Auf feuchtem Boden.

7. **Symploca radians** (Kütz.) Rabh. — Lager flockig büschelig, blaugrün bis braun, bis 5 mm hoch. Bündeln an der Basis verbunden, radial ausstrahlend, fast dichotom geteilt. Trichome verflochten, 2,5—3,2 μ breit, blaß blaugrün. Zellen so lang wie breit. — Auf feuchtem Boden.

8. **Symploca cartilaginea** (Mont.) Gom. (Fig. 498). — Fäden dicht gedrängt, parallel angeordnet, zu aufrechten, bis 1 cm hohen, dunkel-blaugrünen Büscheln vereinigt. Scheiden ziemlich dick, fest, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen 2—3 μ breit, meist länger als breit, blaß blaugrün. Endzelle stumpf kegelig, mit leicht verdickter Membran. — Auf feuchter Erde feuchtem Holz.

9. **Symploca erecta** Pevalek. — Lager weit ausgebreitet. Aufrechte Bündel bis 4 mm lang, olivengrün, dicht gedrängt, an der Basis kriechend, gewunden. Scheiden dünn, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome blaugrün, 2,7—3 μ dick, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen länger als breit, 3,5—4 μ lang. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — Jugoslawien.

10. **Symploca Yappii** G. S. West. — Bündeln kriechend, blaugrün, bis 2 cm lang, an den Enden pinselförmig aufgelöst. Fäden an der Basis verflochten, gegen die Spitze zu parallel, dicht gedrängt, mit zarten, zerfließenden Scheiden. Trichome 2 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen fast quadratisch oder länger als breit, 1,8—2,4 μ lang. Endzelle abgerundet, kaum verjüngt. — In Thermen.

11. **Symploca thermalis** (Kütz.) Rabh. (Fig. 499). — Bündeln aufrecht, dicht gedrängt, lebhaft blaugrün. Fäden an der Basis verflochten, weiter oben parallel, dicht gedrängt, manchmal verzweigt. Scheiden sehr dünn, manchmal schleimig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome 1,2—2 μ breit, blaß blaugrün, stellenweise torulös. Zellen 2—3mal so lang als breit, manchmal an den Querwänden mit je einem Körnchen. — In Thermen.

12. **Symploca dubia** (Näg.) Gom. — Lager ausgebreitet, außen gelblich bis grau-blaugrün oder rot, innen farblos, an der Oberfläche in Bündeln übergehend. Bündeln dem Lager angedrückt und anastomisierend oder aufrecht und stark gekrümmt. Fäden in den basalen Teilen des Lagers verflochten, in den Bündeln parallel. Scheiden fest, dick, außen uneben, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1,5—2,5 μ breit, blaß blaugrün. Zellen bis 4mal so lang als breit, 3—8 μ lang, an den Querwänden manchmal mit je einem Körnchen. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — An feuchten Steinen, zwischen Moosen u. dgl.

13. **Symploca elegans** Kütz. — Bündeln blaugrün, aufrecht, anastomisierend. Scheiden ziemlich dick, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome blaß blaugrün, 1,3—2 μ breit. Zellen so lang wie breit oder 2—4 μ lang. Endzelle abgerundet kegelig, ohne Kalyptra, — In Thermen.
    var. *incrustata* Kütz. — Lager mit Kalk inkrustiert.

14. **Symploca parietina** (A. Br.) Gom. — Fäden zerbrechlich, gekrümmt, zu kleinen aufrechten oder niederliegenden, anastomisierenden, gelblich-grauen Bündeln vereinigt. Scheiden dick, außen uneben, weich, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen 1,8—3 μ breit, länger als breit, blaß gelblich-grün. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — An feuchten Mauern, auch in Warmhäusern.

Lyngbya Ag.

Trichome einzeln in dünnen, festen, farblosen oder braungelben Scheiden. Fäden gerade oder verschieden gekrümmt, einzeln oder in Rasen, Polstern und Flocken, überall gleich breit oder manchmal gegen das eine Ende allmählich etwas verjüngt und dann mit dem anderen Ende festsitzend.

Die Arten leben meist submers in stehenden Gewässern, verhältnismäßig wenige aërophytisch. In Thermen wachsen *L. maior*, *nigra*, *Martensiana*, *lutea*. Planktonten sind: *L. bipunctata*, *Lagerheimii*, *contorta*, *Holsatica*, *circumcreta*, *limnetica*, *Nyassae*, *Birgei*, *Borgerti*. Viele planktonische Formen zeigen regelmäßige spiralige

Krümmungen und nähern sich dadurch der Gattung *Spirulina*, von der sie aber durch den Besitz fester Scheiden unterschieden sind.

In Gebirgsbächen leben an Steinen kleine Formen, deren Fäden an einem Ende festsitzen; am freien Ende sind sie manchmal verjüngt. Die Fäden sind meist kurz, gerade, und stehen zu vielen parallel nebeneinander. Diese Formen, die Hansgirg als Sektion *Leibleinia* zusammengefaßt hat, bedürfen der weiteren Klärung. Sie sind mangelhaft beschrieben und wurden daher in der folgenden Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

Bestimmungsschlüssel der Arten[1]).

I. Fäden ± regelmäßig spiralig gekrümmt.
- 1. Fäden andere Algen umwindend. **L. epiphytica** 1.
- 2. Fäden nicht andere Algen umwindend.
  - A. Fäden 20 μ breit. **L. muscicola** 2.
  - B. Fäden schmäler.
    - a) Fäden bis 4 μ breit
      - α) Zellen an den Querwänden granuliert, meist länger als breit.
        - * Zellen lebhaft blaugrün, 1—1,5 μ breit, 3,5 bis 5,5 μ lang; Spirale lose. **L. bipunctata** 3.
        - ** Zellen blaß blaugrün; Spirale eng.
          - † Zellen 2 μ breit, 1,2—3 μ lang; Spirale unregelmäßig. **L. Lagerheimii** 4.
          - †† Zellen 1—1,5 μ breit, 3—5 μ lang; Spirale regelmäßig. **L. contorta** 5.
      - β) Zellen an den Querwänden nicht granuliert, kürzer als breit oder quadratisch.
        - * Zellen 3 μ breit, 1,5 μ lang.
          - † Spirale eng. **A. Holsatica** 6.
          - †† Spirale lose. **L. arthrospiroides** 7.
        - ** Zellen (1—) 1,8—2,1 μ breit, 1—2 μ lang. **L. circumcreta** 8.
    - b) Fäden 16 μ breit, Spirale lose. **L. spirulinoides** 9.

II. Fäden nicht spiralig, unregelmäßig gebogen oder gerade.
- 1. Fäden einzeln, freischwimmend.
  - A. Endzelle kopfig. **L. Nyassae** 10.
  - B. Endzelle nicht kopfig.
    - a) Fäden 1—2 μ breit.
      - α) Zellen länger als breit. **L. limnetica** 11.
      - β) Zellen kürzer als breit. **L. Kuetzingii** var. **distincta** 23.
    - b) Fäden breiter.
      - α) Fäden 20—24 μ breit. **L. Birgei** 12.
      - β) Fäden schmäler.
        - * Fäden 12—14 μ breit. **L. Hieronymusii** 13.
        - ** Fäden 11,5—12,5 μ breit.
          - † Zellen 9—24 μ lang. **L. Cliarensis** 14.
          - †† Zellen 2—2,4 μ lang. **L. Shakletoni** 15.

1) Aus Indien wurden einige baumbewohnende Arten beschrieben. Vgl. die Nachträge.

*** Fäden schmäler als 9 μ.
† Fäden 4—9 μ breit, Scheide fast unsichtbar. **L. cryptovaginata** 16.
†† Fäden schmäler, Scheide deutlich.
X Fäden 3,1—3,3 μ breit, ohne Pseudovakuolen. **L. Murrayi** 17.
XX Fäden 2,6—3 μ breit, meist mit Pseudovakuolen **L. Borgerti** 18.

2. Fäden zu Lagern vereinigt oder einzeln, dann aber festsitzend oder im Schleim anderer Algen.

A. Fäden bis 4 μ breit[1]).

a) Fäden im Gallertlager anderer Algen oder auf der Oberfläche der Lager von *Phormidium* (21).

α) Fäden sehr kurz, 2—6zellig, bis 2,5 μ breit. **L. endophytica** 19.

β) Fäden länger.

* Zellen an den Querwänden granuliert.
† Zellen 0,5 μ breit. **L. mucicola** 20.
†† Zellen 2,6—3 μ breit **L. Scotti** 21.
** Zellen an den Querwänden nicht granuliert.
† Zellen 0,7—0,8 μ breit. **L. rivulariarum** 22.
†† Zellen 1,5—1,8 μ breit. **L. Scotti** var. **minor** 21.

b) Fäden nicht im Gallertlager anderer Algen.

α) Fäden mit einem Ende festgeheftet, aufrecht, ± gerade. **L. Kuetzingii** 23.

β) Fäden regellos zu Lagern vereinigt.

* Fäden mit Eisen inkrustiert.
† Zellen 0,8—0,9 μ breit.
X Zellen kürzer als breit. **L. ochracea** 24.
XX Zellen länger als breit. **L. ferruginea** 25.
†† Zellen 1—1,5 μ breit, 2—8 μ lang. **L. perelegans** 26.
** Fäden ohne Eiseninkrustation.
† Lager verkalkt. **L. nana** 27.
†† Lager nicht verkalkt.
X Lager purpurn. **L. purpurea** 28
XX Lager oder Fäden ± grün oder gelblich
≠ Zellen an den Querwänden granuliert
› Zellen 1—1,5 μ breit, 2—8 μ lang. **L. perelegans** 26
›› Zellen 0,8—1,6 μ breit, 1,6—3,2 lang. **L. Margaretheana** 29.
≠≠ Zellen an den Querwänden nicht granuliert.
› Zellen 0,6—2 μ breit.
! Zellen 0,6 μ breit. **L. Erebi** 30.
!! Zellen 1—2 μ breit. **L. halophila** 31.

1) Vgl. auch II, 2, B, a.

›› Zellen größer.
! Zellen 1,5—2 μ breit, 1,5 bis 3 μ lang.
L. amplivaginata 32.
!! Zellen 2—3 μ breit, 1—3.7 μ lang. **L. Digueti** 33.
!!! Zellen 2,8—3,2 μ breit, 2 bis 6,4 μ lang. **L. versicolor** 34.

B. Fäden breiter.

a) Fäden 3—5 μ breit.

α) Zellen quadratisch oder länger als breit.
* Zellen an den Querwänden schwach eingeschnürt.
L. Scotti 21.
** Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt.
L. halophila 31.

β) Zellen quadratisch oder kürzer als breit.
L. Kuetzingiana 35.

b) Fäden breiter.

α) Fäden in der Gallerte anderer Algen, einzeln.
* Fäden 14—15 μ breit, wenigzellig.
L. saxicola 36.
** Fäden schmäler, vielzellig.
† Fäden 7,5—9 μ breit, Zellen sehr kurz.
L. Antarctica 37.
†† Fäden 5—6 μ breit, Zellen fast quadratisch.
L. attenuata 38.

β) Fäden nicht in der Gallerte anderer Algen, Lager bildend.
* Fäden zu Büscheln vereinigt.
† Zellen $^1/_3$—$^1/_8$mal so lang als breit.
X Fäden 11—16 μ breit. **L. maior** 39.
XX Fäden 24 μ breit. **L. thermalis** 40.
†† Zellen (1—) $^1/_2$—$^1/_4$mal so lang als breit.
X Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt.
L. putealis 41.
XX Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt.
≠ Fäden gerade, Lager schwarzgrün.
L. nigra 42.
≠≠ Fäden ± gebogen, Lager blaugrün.
L. Martensiana 43.
** Fäden nicht zu Büscheln vereinigt.
† Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt
X Trichome 8—12 μ breit.
L. stagnina 44.
XX Trichome 2,5—5 μ breit.
L. lutea 45.
†† Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt.
X Fäden ± gerade.
≠ Zellen bis 12 μ breit.
! Zellen 6—9 μ breit.
L. Lismorensis 46.

!! Zellen 8—12 μ breit.
L. Ceylanica 47.
Zellen breiter.
! Zellen 12—14 μ breit.
L. truncicola 48.
!! Zellen 18—27 μ breit.
L. subconfervoides 49.
XX Fäden gerade, am Ende spiralig.
L. Lindavii 50.
XXX Fäden verschiedenartig gekrümmt.
! Zellen länger als breit.
L. Conradii 51.
!! Zellen kürzer als breit.
— Zellen 8—28 μ breit.
§ Zellen sehr kurz, 8 bis 28 μ breit.
L. aestuarii 52.
§§ Zellen weniger kurz, 9—10 μ breit.
L. Corbierei 53.
= Zellen 4—6 μ breit.
L. aerugineo-coerulea 54.

1. **Lyngbya epiphytica** Hieron. — Fäden in dichten oder lockeren Spiralwindungen andere Algen umschlingend, 1,5—2 μ breit. Scheiden dünn farblos. Zellen 1—1,5 μ breit, 1—2 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert, und nicht eingeschnürt. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Auf Fadenalgen (*Oedogonium*, *Lyngbya spirulinoides* usw.).

2. **Lyngbya muscicola** Zanard. — Lager fest, graugrün. Fäden bis 20 μ breit. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$mal so lang als breit. Scheiden rauh, braun. — Auf Moosen in Borneo. — Ungenau beschrieben.

3. **Lyngbya bipunctata** Lemm. — Fäden regelmäßig, aber sehr lose spiralig gewunden, 1,5—2 μ breit, einzeln, freischwimmend. Scheiden eng, farblos. Zellen 1—1,5 μ breit, 3,5—5,5 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit je einem glänzenden Körnchen, lebhaft blaugrün. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Planktonisch in Seen.

4. **Lyngbya Lagerheimii** (Möb.) Gom. (Fig. 500, 506). — Fäden einzeln oder selten miteinander verschlungen (Fig. 506), unregelmäßig spiralig gewunden oder stellenweise fast gerade, 2 μ breit. Scheiden eng, farblos. Zellen 1,5 μ breit, 1,2—3 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit einem Körnchen oder ohne dieses, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Planktonisch oder an Wasserpflanzen in stehenden Gewässern.

5. **Lyngbya contorta** Lemm. (Fig. 501). — Fäden einzeln, freischwimmend, regelmäßig spiralig gewunden, mit dichten, fast kreisförmigen Windungen, 1,5—2 μ breit. Scheiden eng, farblos. Zellen 1—2 μ breit, 3—6 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit einem Körnchen oder ohne dieses. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Planktonisch in Seen.

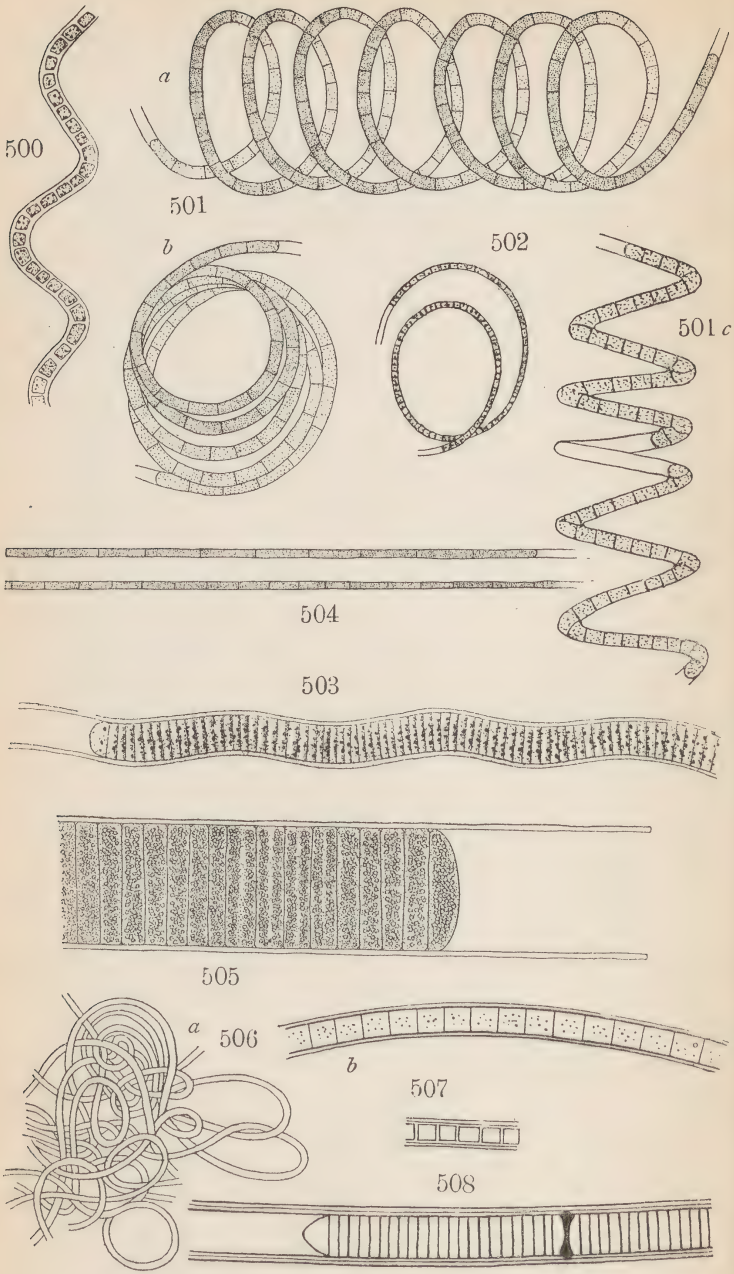


Fig. 500—508. 500 *Lyngbya Lagerheimii.* 501 *L. contorta.* 502 *L. circumcreta.* 503 *L. spirulinoides.* 504 *L. limnetica.* 505 *L. Birgei.* 506 *L. Lagerheimii,* atypisch. 507 *L. Cliarensis.* 508 *L. Shakletoni* (500 ca. 1000×, nach Gomont; 501 *a*, *b* 835×, nach Smith;

6. **Lyngbya Holsatica** Lemm. — Fäden einzeln, freischwimmend, regelmäßig spiralig gewunden, mit niedrigen, weiten Windungen, 3—5 μ breit. Scheiden eng, farblos. Zellen 3 μ breit, 1,5 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, nicht granuliert, blaugrün. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

7. **Lyngbya arthrospiroides** Virieux. — Lager flockig-schleierförmig, dünn, blaugrün. Scheiden fest, sehr dünn. Spirale regelmäßig, lose. Trichome 3—3,5 μ breit. Zellen quadratisch. Endzelle abgerundet. — Am Grund von Seen in Frankreich.

8. **Lyngbya circumcreta** G. S. West (Fig. 502). Fäden einzeln, freischwimmend, kurz, spiralig gewunden. Windungen breit, sehr eng, mit 2—9 (meist 2—2½) Umgängen. Scheiden sehr dünn, fest, farblos. Zellen fast quadratisch oder etwas kürzer als breit, 1,8—2,1 μ breit, 1—2 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle rundlich abgestutzt. — Planktonisch im Victoria-Nyanza-See, Afrika.

   var. *gelatinicola* Ghose. — Lager dunkel blaugrün, festsitzend, Fäden spiralig, mit 20 oder mehr Windungen; Windungen 100 μ weit. Trichome 1 μ breit. Zellen meist kürzer als breit. — In einem Abzugskanal in Lahore.

9. **Lyngbya spirulinoides** Gom. (Fig. 503). — Lager freischwimmend, olivengrün. Fäden verflochten, ganz oder teilweise spiralig gewunden, oft gerade. Abstand der Windungen 73—108 μ. Scheiden dünn, farblos, leicht schleimig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 14—16 μ breit. Zellen ½—⅕ mal so lang als breit, 3,4—6,8 μ lang, manchmal an den Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehendem Wasser.

10. **Lyngbya Nyassae** Schmidle. — Fäden meist gerade, einzeln, selten zu vielen locker verflochten, freischwimmend, 1,5—1,7 μ breit. Scheiden eng, farblos. Zellen länger als breit, 3—4 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit je einem schwer sichtbaren Körnchen. Endzelle kopfig, leicht verjüngt. — Planktonisch in stehendem Wasser in Afrika.

11. **Lyngbya limnetica** Lemm. (Fig. 504). — Fäden gerade oder leicht gekrümmt, einzeln, freischwimmend, 1—2 μ breit. Scheiden eng, farblos. Zellen 1—1,5 μ breit, 1—3(—8) μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit einem Körnchen oder ohne Körnchen, blaß blaugrün. Endzelle nicht verjüngt, abgerundet. — Planktonisch und unter anderen Algen, auch in salzhaltigem Wasser.

   Möglicherweise handelt es sich um zwei verschiedene Formen. Lemmermanns Form besaß 1—3 μ lange Zellen, Smith fand in den Seen von Wiscousin eine Form, deren Zellen 3—8 μ lang waren.

c 1000×, nach West; 502 520×, nach West; 503 300×, nach Gomont; 504 835×, 505 670×, nach Smith; 506 *a* 500×, *b* 1200×, nach Fritsch; 507 300×, nach West; 508 500×, nach W. und G. S. West).

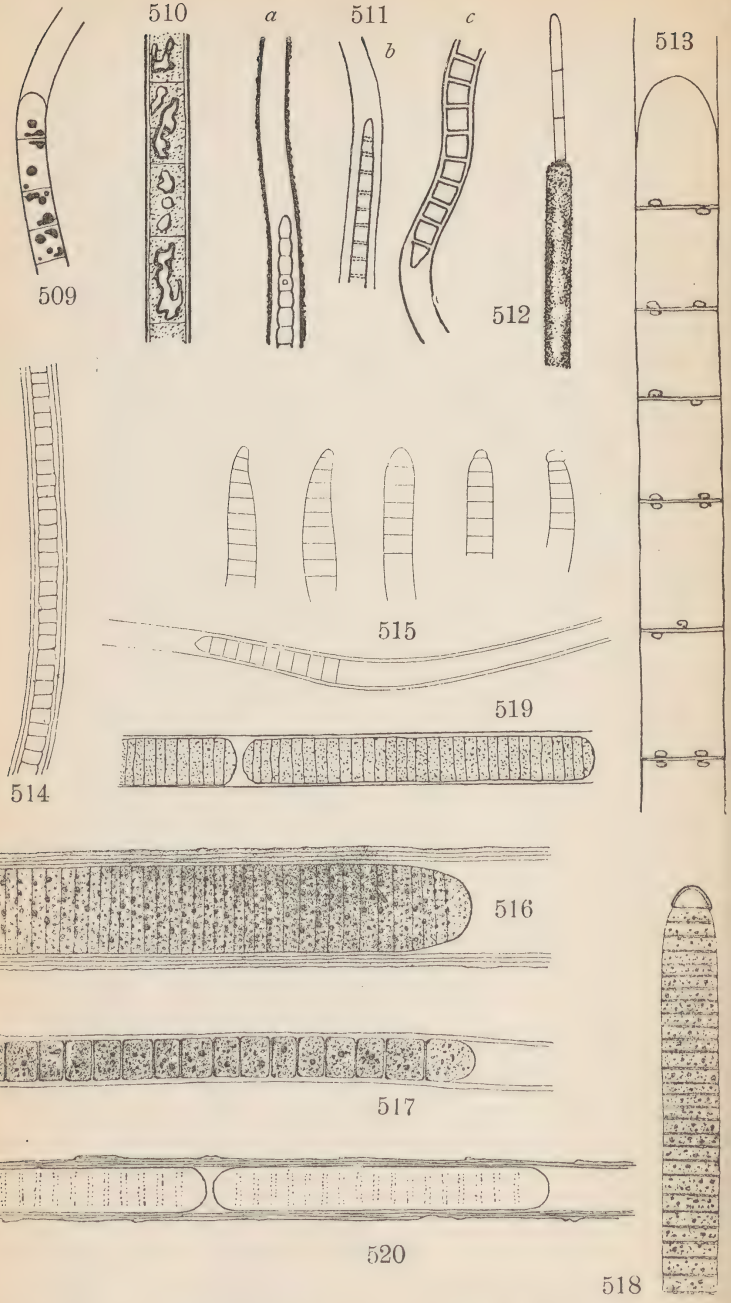


Fig. 509—520. 509 *Lyngbya Murrayi.* 510 *L. Borgerti.* 511 *a*, *b* *L. Scotti*, *c* var. *minor.* 512 *L. ferruginea.* 513 *L. Margaretheana.* 514 *L. versicolor*, mit Chromsäure behandelt. 515 *L. attenuata.* 516

12. **Lyngbya Birgei** Smith (Fig. 505). — Fäden gerade, selten gekrümmt, freischwimmend, 20—24 μ breit. Scheiden fest, farblos, homogen, 0,5—4 μ dick. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit abgerundeten, nicht verjüngten Enden. Zellen kürzer als breit, 2—5,5 μ lang, manchmal mit Pseudovakuolen, 18—23 μ breit. — Planktonisch in Nordamerikanischen Seen.

13. **Lyngbya Hieronymusii** Lemm. — Fäden einzeln, freischwimmend, gerade oder leicht gebogen, 12—14 μ breit. Scheiden fest, farblos durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen 11—13 μ breit, 2,5—4 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, granuliert, mit Pseudovakuolen. Endzelle breit abgerundet, nicht verjüngt. — Planktonisch in stehenden Gewässern.

14. **Lyngbya Cliarensis** W. West (Fig. 507). — Fäden einzeln, gerade oder wenig gekrümmt, freischwimmend, 11,5—12 μ breit, starr. Scheiden farblos, 1,7 μ dick. Zellen 6—6,7 μ breit, 9—24 μ lang. — In stehendem Wasser, Westirland.

15. **Lyngbya Shakletoni** W. et G. S. West (Fig. 508). — Fäden fast gerade, 12—12,5 μ breit. Scheiden fest, farblos, deutlich geschichtet. Trichome am Ende nicht verjüngt, 8,5—9,5 μ breit. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—2,4 μ lang, lebhaft blaugrün. Endzelle kegelig, fast so lang wie breit. — Zwischen anderen Algen in stehendem Wasser, Antarktis.

16. **Lyngbya cryptovaginata** Schkorb. — Fäden einzeln, freischwimmend, gerade, 4—9 μ breit. Scheiden farblos, zart, anfangs oft unsichtbar, später (in Kulturen!) deutlich, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome an den Querwänden leicht eingeschnürt, blaugrün. Zellen fast quadratisch oder bis $^1/_2$ mal so lang als breit, mit Pseudovakuolen. Endzelle abgerundet. — In stehendem und fließendem H_2S-haltigen Wasser in der Ukraine.

17. **Lyngbya Murrayi** W. et G. S. West (Fig. 509). — Fäden freischwimmend, gebogen, 3,1—3,3 μ breit. Scheiden zart, eng, farblos. Trichome an den Enden gerade, nicht verjüngt. Zellen $1^1/_2$—$1^3/_4$ mal so lang als breit, 5—6 μ lang, an den Querwänden mit 1—2 Körnchen. — In stehendem, stark salzhaltigem Wasser, Antarktis.

18. **Lyngbya Borgerti** Lemm. (Fig. 510). — Fäden einzeln, freischwimmend, meist gekrümmt, seltener fast gerade, 2,6—3 μ breit. Zellen 2—2,5 μ breit, 2,6—5 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit durch unregelmäßig gestaltete Gasvakuolen stark zerklüfteten Inhalt und einzelnen, meist

L. maior. 517 *L. putealis.* 518 *L. nigra.* 519 *L. truncicola.* 520 *L. Corbierei* (509 1000×, nach W. und G. S. West; 510 ca. 2000×, nach Lemmermann; 511 *a*, *b* 700×, *c* 1350×, nach Fritsch; 512 nach West; 513 6500×, nach G. Schmid; 514 800×, nach Gomont; 515 600×, nach Fritsch; 519 420×, nach Ghose; 520 500×, nach Frémy; die übrigen 595×, nach Gomont).

wandständigen, aber unregelmäßig gelagerten, stark glänzenden Körnchen. Endzelle abgerundet.—Planktonisch in Seen Ceylons.

19. **Lyngbya endophytica** Elenk. et Hollerbach. — Fäden gerade oder gebogen, kurz, immer wenigzellig (2—6zellig), 1—2,5 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende abgerundet, sehr blaß blaugrün. Scheiden dünn, aber deutlich sichtbar. Zellen quadratisch oder meist länger als breit, 1,5—2,3 μ breit, 2,3—6,9 μ lang. — Im Schleim der Kolonien von *Coelosphaerium Naegelianum*.

Die Fäden zeigen manchmal eine radiäre Anordnung.

20. **Lyngbya mucicola** Lemm. — Fäden einzeln im Gallertlager anderer Algen, unregelmäßig gekrümmt, 1,5 μ breit. Scheiden eng, farblos. Zellen 0,5 μ breit, 1,5 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit einem Körnchen, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Im Gallertlager von *Chroococcaceen*.

Die Fäden sind manchmal spiralig gekrümmt. Borge will deshalb die Art mit *L. Lagerheimii* vereinigen.

21. **Lyngbya Scotti** Fritsch (Fig. 511 *a*, *b*). — Fäden meist stark gekrümmt, stellenweise fast gerade, zu einem Lager vereinigt, 3,4—5 μ breit. Scheiden anfangs dünn und farblos, später dicker, außen durch anhaftende Partikelchen rauh, nicht geschichtet. Trichome an den Enden nicht verjüngt, an den Querwänden meist schwach eingeschnürt, 2,6—3 μ breit. Endzelle spitz kegelförmig, nicht kopfig. Zellen so lang wie breit oder etwas länger. Querwände undeutlich, aber bisweilen dicht granuliert. Kalyptra fehlt. — Auf der Oberfläche von *Phormidium*-Lagern, Antarktis.

var. *minor* Fritsch (Fig. 511 *c*). — Fäden meist stark gekrümmt. Scheiden dünn, hyalin, 2,5—2,7 μ breit. Trichome an den Enden manchmal etwas verjüngt, an den Querwänden schwach eingeschnürt, mit spitz-kegeliger Endzelle, 1,5—1,8 μ breit. Zellen so lang wie breit oder etwas länger, mit homogenem Inhalt. — Wie die typische Art.

22. **Lyngbya rivulariarum** Gom. — Fäden einzeln, im Gallertlager anderer Algen, vielfach gekrümmt. Scheiden eng, farblos. Zellen 0,7—0,8 μ breit, 2,3—3,2 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Im Gallertlager von *Rivularia*, *Nostoc*, *Chaetophora*, *Schizochlamys* u. a.

23. **Lyngbya Kuetzingii** Schmidle. — Fäden gerade oder leicht gekrümmt, steif, einzeln oder zu mehreren dicht nebeneinander, 2—3,5 μ breit, oft kurz und nur 30—70 μ lang, mit dem einen Ende festsitzend. Scheiden eng, farblos, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen 1,5—2 μ breit, 0,5—1 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, blaß blaugrün. Endzelle nicht verjüngt, abgerundet. — Auf Fadenalgen u. dgl. in stehendem Wasser.

var. *distincta* (Nordst.) Lemm. — Fäden 1,5—1,8 μ breit, festsitzend oder freischwimmend. Zellen 0,5—0,8 μ breit, $^1/_2$ mal so lang als breit, 0,3—0,4 μ lang. — An Wasserpflanzen und Fadenalgen; auch im Plankton.

24. **Lyngbya ochracea** (Kütz.) Gom. — Lager ockergelb. Fäden dicht verflochten. Scheiden anfangs dünn und farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, später durch Eigeneinlagerung ockergelb gefärbt. Zellen an den Querwänden deutlich eingeschnürt und nicht granuliert, 0,9 μ breit, 0,6—0,8 μ lang, blaugrün. Endzelle abgerundet. — In eisenhaltigen, stehenden oder fließenden Gewässern.

Naumann glaubt, daß diese Form mit *Leptothrix ochracea* identisch ist, also zu den Bakterien gehört. Dem widerspricht die oft deutliche blaugrüne Färbung der Zellen.

25. **Lyngbya ferruginea** G. S. West (Fig. 512). — Lager fest, ockergelb. Fäden 1,3—2,4 μ breit, dicht verschlungen. Scheiden anfangs dünn und farblos, später durch Eiseninkrustation gelb gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 0,8—0,9 μ breit, blaugrün. Zellen 5—6 mal so lang als breit. Endzelle stumpf zylindrisch, ohne Kalyptra. — In eisenhaltigem Wasser.

26. **Lyngbya perelegans** Lemm. — Lager aus zahlreichen miteinander verflochtenen, 1,5—2 μ breiten Fäden bestehend. Scheiden eng, farblos. Zellen 1—1,5 μ breit, 2—8 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit einem Körnchen, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — Auf Wasserpflanzen in stehenden, auch salzhaltigen Gewässern.

Nach Naumann zerfließt die Scheide und speichert Eisen.

27. **Lyngbya nana** Tilden. — Lager ausgebreitet, verkalkt. Fäden gerade, 2 μ breit. Scheiden zart, farblos. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1,5 μ breit, blaß stahlblau bis violett. Zellen quadratisch oder etwas kürzer als breit. Endzelle abgerundet. — An Felsen in Nordamerika.

28. **Lyngbya purpurea** (Hook. et Harv.) Gom. — Lager schleimig, purpurrot. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1,4—1,8 μ breit. Scheiden dünn, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen fast quadratisch. — In Bächen auf den Kerguelen.

29. **Lyngbya Margaretheana** G. Schmid (Fig. 513). — Fäden einzeln, gerade oder kaum gekrümmt. Scheiden sehr zart, farblos. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 0,8 bis 1,6 μ breit, blaß blaugrün, an den Enden nicht verjüngt. Zellen fast quadratisch bis 2 mal so lang als breit, 1,6—3,2 μ lang, an den Querwänden mit 2—4 Körnchen. Querwände durchscheinend. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — Zwischen *Oscillatorien* und *Phormidien* im Botanischen Garten in Jena.

30. **Lyngbya Erebi** W. et G. S. West. — Lager flach ausgebreitet, 3—5 mm dick, dunkel blaugrün bis fast farblos. Fäden dicht verflochten, 0,9 μ breit. Scheiden zart, eng. Trichome an den Enden gerade, nicht verjüngt. Zellen etwas kürzer als breit, 0,6—0,8 μ lang. — In stehendem Wasser, Antarktis.

31. **Lyngbya halophila** Hansg. — Lager häutig, blaugrün bis braun, seltener braunschwarz. Fäden 3—5 μ breit, gekrümmt, mit engen oder etwas erweiterten, farblosen Scheiden, dicht

verflochten. Zellen 1—2 μ breit, 1—2 mal so lang als breit, blaugrün bis blaß violett. — Am Rand von Salzwassersümpfen.

var. *fusco-lutea* Hansg. — Lager, Fäden und Scheiden goldgelb bis braun. Fäden 3—6 μ breit. — Vorkommen wie bei der typischen Form.

32. **Lyngbya amplivaginata** van Goor. — Fäden $2^1/_4$—$3^1/_2$ μ breit, zu einem goldbraunen Lager verflochten, gekrümmt. Scheiden anfangs hyalin, später gelb oder braun, weit, 0,3 μ dick. Trichome $1^1/_2$—2 μ breit, blaugrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen fast quadratisch oder doppelt so lang als breit, $1^1/_2$—$1^1/_3$ μ lang. Querwände deutlich, hyalin, nicht granuliert. Endzelle zylindrisch, ohne Kalyptra. — Zusammen mit *Lyngbya aerugineo-coerulea* am Bodenschlamm (?) eines Flusses in Holland.

33. **Lyngbya Digueti** Gom. — Fäden zu 2 mm langen, lebhaft blaugrünen Büscheln vereinigt. Fäden an der Basis gewunden, am Ende gerade, 2,5—3 μ breit. Scheiden dünn, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2—3 μ breit. Zellen fast quadratisch oder seltener kürzer als breit, 1—3,7 μ lang. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehenden Gewässern.

34. **Lyngbya versicolor** (Wartm.) Gom. (Fig. 514). — Lager außen rostgelb, innen schmutzig olivengrün, schlüpfrig. Fäden dicht verflochten. Scheiden farblos oder gelblich, bis 2 μ dick, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen 2,8—3,2 μ breit, 2—6,4 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehenden Gewässern, anfangs festsitzend, später freischwimmend.

35. **Lyngbya Kuetzingiana** Kirchn. — Lager häutig, geschichtet, außen lebhaft blaugrün bis olivengrün, innen ± farblos. Fäden 3,6—5 μ breit, gekrümmt. Zellen 3,5—4 μ breit, nur an den Enden der Trichome an den Querwänden leicht eingeschnürt, an den Querwänden granuliert, so lang wie breit, blaugrün. Endzelle stumpf kegelig oder abgerundet. — Auf feuchter Erde, an Mauern, zwischen Moosen.

var. *symplociformis* Hansg. — Fäden mit meist verschleimenden Scheiden, zu 2—4 mm langen, aufrechten Bündeln vereinigt. — Vorkommen wie bei der typischen Form.

36. **Lyngbya saxicola** Filarsky. — Fäden wenigzellig, 14—15 μ breit. Scheiden dick, geschichtet, farblos. Zellen 2—3 mal so lang als breit, bis 3 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle kegelig oder abgerundet. — Im Lager von *Aphanocapsa* in Ungarn.

37. **Lyngbya Antarctica** Gain. — Fäden meist einzeln, leicht gekrümmt oder gerade, 7,5—9 μ breit. Scheiden farblos, fest, dünn, 0,8—1,2 μ dick. Trichome blaß bräunlich-blaugrün, an den Enden verjüngt und kopfig, 6—7 μ breit. Zellen 4- bis 7 mal kürzer als breit, 1—1,5 μ lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle mit flach kegelförmiger oder runder Kalyptra. — Zwischen Moosen, Antarktis.

38. **Lyngbya attenuata** Fritsch (Fig. 515). — Fäden zu keinem Lager vereinigt, aber in großer Zahl an Lagern von *Phormidium* festgeheftet, kriechend, gewunden, brüchig, 5—6 μ breit.

Scheiden farblos, fest, dünn. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen so lang wie breit oder etwas kürzer, 4,8—5,7 μ breit, blaß blaugrün; Querwände undeutlich. Endzelle ± deutlich verjüngt, meist abgerundet, bisweilen schwach kopfig, oft leicht gebogen. — In Eiswasser, Antarktis.

39. **Lyngbya maior** Menegh. (Fig. 516). — Fäden lang, gerade, zu schwarzgrünen Büscheln vereinigt. Scheiden dick, geschichtet, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, Zellen 11—17 μ breit, $^1/_4$—$^1/_8$ mal so lang als breit, 2—5 μ lang, dunkel blaugrün, an den Querwänden granuliert und nicht oder leicht eingeschnürt. Endzelle abgerundet, mit leicht verdickter Membran. — In stehenden Gewässern, auf Schlamm u. dgl., auch in Thermen.

40. **Lyngbya thermalis** Roth. — Fäden gewunden, zu dunkelgrauen bis schwärzlich stahlblauen Büscheln vereinigt, ca. 24 μ breit. Trichome 6,7—13,6 μ breit. Scheiden farblos, gelb oder braun, manchmal mit Kalk inkrustiert, im Alter meist deutlich geschichtet. Zellen $^1/_3$—$^1/_6$ mal so lang als breit, an den Querwänden nicht oder sehr schwach eingeschnürt. — In Thermen.

41. **Lyngbya putealis** Mont. (Fig. 517). — Fäden zu langen, pinselförmigen, dunkelblaugrünen Büscheln vereinigt, gebogen oder fast gerade, parallel gelagert. Scheiden dünn, farblos, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen 7,5—13 μ breit, quadratisch oder bis $^1/_3$ mal so lang als breit, 3—10 μ lang, an den Querwänden deutlich eingeschnürt und manchmal granuliert, blaugrün. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. — In stehenden und fließenden Gewässern, auf Schlamm und Steinen.

42. **Lyngbya nigra** Ag. (Fig. 518). — Fäden lang, gerade zu schwarzgrünen Büscheln vereinigt. Scheiden dünn, farblos, nicht geschichtet, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen 8—11 μ breit, $^1/_2$—$^1/_4$ mal so lang als breit, 2—4 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, dunkelgrün. Endzelle stumpf abgerundet, leicht verjüngt, mit abgerundet kegeliger Kalyptra. — In stehenden Gewässern; auch in Thermen.

43. **Lyngbya Martensiana** Menegh. (Fig. 521 *a*). — Fäden lang, ± gebogen, zu blaugrünen Büscheln vereinigt. Scheiden farblos, dick, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, 6—10 μ breit, blaß blaugrün. Zellen $^1/_2$—$^1/_4$ mal so lang als breit, 1,7—3,3 μ lang, manchmal an den Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehenden und fließenden Gewässern; auch in Thermen.

var. *calcarea* Tilden (Fig. 521 *b*). — Lager ausgebreitet, mit Kalk inkrustiert. Fäden lang, ± gerade, 6,5—7,5 μ breit. Trichome schmutzig blaugrün, violett oder braun, 5—6 μ breit, Zellen $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang als breit. — An den hölzernen Wänden eines Brunnentroges (?) in Nordamerika.

44. **Lyngbya stagnina** Kütz. — Lager dunkelgrün. Fäden gekrümmt, 11—16 μ breit. Scheiden farblos oder schwach gelblich, dreischichtig, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen 8—12 μ breit, 1,5—4 μ lang, an den Querwänden deutlich

granuliert und nicht eingeschnürt. Endzelle breit abgerundet, nicht verjüngt. — In stehenden Gewässern.

Boye P. fand in Island eine Form, deren Endzelle eine flach konvexe Kalyptra besaß und deren Ende leicht verjüngt war.

45. **Lyngbya lutea** (Ag.) Gom. — Lager lederig, gelbbraun bis olivengrün. Fäden dicht verschlungen. Scheiden farblos, bis 3 μ dick und geschichtet, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, 2,5—4 μ breit, olivengrün. Zellen 1—$^1/_3$ mal so lang als breit, 1,5—5,5 μ lang, an den Querwänden oft granuliert. Endzelle mit abgerundeter Kalyptra. — In salzigem Wasser und in Thermen.

46. **Lyngbya Lismorensis** Playfair. — Lager olivenbraun. Fäden immer gerade, blaß graugrün, 6—9 μ breit. Trichome an den Enden verjüngt; Endzelle manchmal mit Kalyptra, kegelig, selten kopfig, meist mit verdickter Membran. Scheiden dünn, farblos. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, mit dicken, manchmal granulierten Querwänden, 4—8, meist 6 μ lang. — Australien.

var. *nigra* Playfair. — Fäden dunkel graublau oder dunkel graugrün. Enden breit abgerundet. Querwände manchmal granuliert. — Australien.

47. **Lyngbya Ceylanica** Wille (Fig. 522). — Lager olivengrünviolett oder rot. Fäden 10—14 μ breit, gerade. Scheiden dünn, hyalin, im Alter oft rot, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome blaugrün oder violett, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende nicht verjüngt, 8—12 μ breit. Zellen so lang wie breit oder $^1/_2$—$^1/_3$ mal so lang. Querwände nicht granuliert. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — Unter verschiedenen Algen in schattigen Wäldern, Ceylon.

48. **Lyngbya truncicola** Ghose. — Lager dünn, ausgebreitet, schmutzig blaugrün. Fäden gerade, ± parallel, 14—16 μ breit. Scheiden anfangs farblos und zart, später gelb, nicht geschichtet. Trichome 12—14 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, blaugrün. Zellen sehr kurz, 3—4 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Ende abgerundet, nicht verjüngt, ohne Kalyptra. — Auf Stämmen von *Acacia modesta* in Lahore.

49. **Lyngbya subconfervoides** Borge. — Lager wollig, dunkelblau. Fäden lang, gerade, 21—30 μ breit. Scheiden farblos, 3 μ dick, im Alter undeutlich geschichtet, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, blaugrün, 18—27 μ breit, an den Enden nicht verjüngt. Zellen $^1/_2$—$^1/_5$ mal so lang als breit. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In schnell fließendem Wasser in Brasilien.

50. **Lyngbya Lindavii** Lemm. — Lager schwärzlich-blaugrün. Fäden gerade, nur an den Enden gebogen, 22—24 μ breit. Scheiden fest, eng, farblos, nicht geschichtet, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen 20—22 μ breit, 4—5 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, aber granuliert. End-

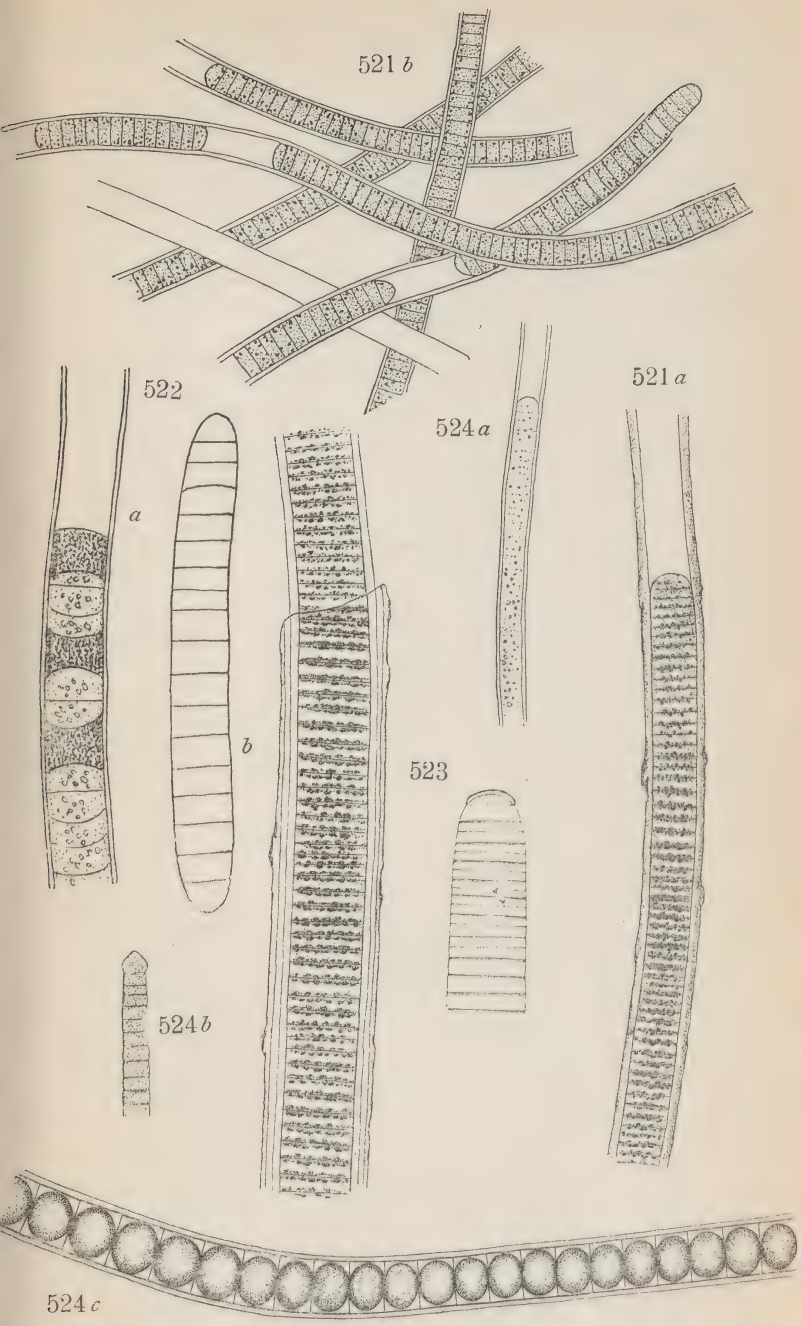


Fig. 521—524. 521 *a Lyngbya Martensiana*, *b L. Martensiana* var. *calcarea*. 522 *L. Ceylanica*. 523 *L. aestuarii*. 524 *L. aerugineo-coerulea*, *c* in „Gonidienbildung“ (521 *b* nach Tilden; 522 610×, nach Wille; 824 *c* 800×, nach Fritsch; 524 *a*, *b* ca. 300×, 521 *a*, 523 595×, nach Gomont).

zelle abgerundet, mit verdickter Membran, wenig verjüngt. — In eisenhaltigen Sümpfen.

Die Scheiden sind manchmal durch Schwefeleisen geschwärzt.

51. **Lyngbya Conradii** Kuff. — Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt. Zellen zweimal so lang als breit, 8 μ breit, 15—20 μ lang, blaßblaugrün, an den Querwänden nicht granuliert. Scheide 1—1,5 μ dick. — Luxemburg.

52. **Lyngbya aestuarii** (Mert.) Liebmann (Fig. 523). — Fäden einzeln oder zu einem braun- bis dunkelblaugrünen Lager vereinigt, fast gerade oder gekrümmt, manchmal mit Kalk inkrustiert. Scheiden anfangs dünn, später dick, gelbbraun, geschichtet, manchmal nur innen braun und außen farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen 8—24 μ breit $^1/_3$—$^1/_6$mal so lang als breit, 2,7—5,6 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, aber oft granuliert, manchmal mit Pseudovakuolen. Endzelle flach, mit verdickter Membran, schwach verjüngt. — In stehenden, auch salzhaltigen Gewässern, festsitzend oder freischwimmend; auch in Thermen.

f. *symplocoidea* Gom. — Fäden zu Bündeln vereinigt.

f. *spectabilis* (Thur.) Gom. — Scheiden bis 14 μ dick, innen gelbbraun, außen farblos.

var. *Antarctica* Fritsch. — Scheide immer dünn. Trichome am Ende nicht oder selten verjüngt. Zellen 7—11 μ breit, $^1/_4$—$^1/_6$mal so lang als breit, an den Querwänden meist nicht granuliert. Endzelle manchmal kopfig, manchmal mit Kalyptra. — Antarktis.

var. *arbustiva* Brühl et Biswas. — Lager wollig, 1 bis 10 mm dick, trocken braun, befeuchtet blaugrün. Fäden 20—28 μ breit. Scheide 2—5 μ dick, 2—10 schichtig. Trichome 17—18 μ breit. Zellen 4—6, selten bis 9 μ lang. — Auf der Rinde von Bäumen in Indien.

53. **Lyngbya Corbierei** Frémy (Fig. 520). — Lager freischwimmend, ausgedehnt, blaugrün. Fäden ± verschlungen. Scheiden farblos, geschichtet, im Alter rauh und zerfasert, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, gelbgrün, am Ende nicht verjüngt, 9—10 μ breit. Zellen 3,5—4 μ lang, an den undeutlichen Querwänden granuliert. Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra. — In stehendem kalkhaltigen Wasser in Frankreich.

54. **Lyngbya aerugineo-coerulea** (Kütz.) Gom. (Fig. 524). — Lager dunkel blaugrün. Fäden gekrümmt. Scheiden dünn, fest, nicht geschichtet, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen 4—6 μ breit, 1—$^1/_2$mal so lang als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, manchmal granuliert, blaß blaugrün. Endzelle flach-kegelig oder abgerundet, mit leicht verdickter Membran. — In stehenden und fließenden Gewässern, oft an faulenden Gegenständen.

Fritsch beobachtete einen Zerfall der Trichome in einzelne Zellen (Gonidien) (Fig. 524*c*).

Gomontiella Teodoresco.

Trichome gerade einzeln, in einer dünnen, farblosen, eng anliegenden Scheide, der Länge nach halbröhrenförmig eingerollt, einen offenen oder geschlossenen Kanal einschließend. Fäden ein dünnes Lager bildend. Hormogonien?

Einzige Art:

Gomontiella subtubulosa Teodor (Fig. 525). — Fäden gerade, zu einem dünnen, blaugrünen, trocken schwarzgrünen Lager vereinigt. Scheiden dünn, eng, farblos. Trichome an den Querwänden leicht eingeschnürt, 17,6—24,2, meist 20—23 μ breit, 15—19,8 μ dick, blaugrün bis olivengrün. Zellen 2—2,7 μ lang, eingerollt und

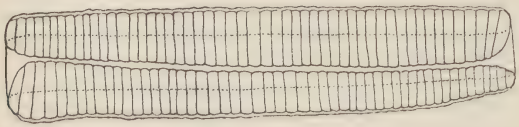


Fig. 525. *Gomontiella subtubulosa* (150×, nach Teodoresco).

in der Mitte 6,5—7,5 μ, an den stumpf abgerundeten oder abgestutzten Enden 4,5—5,5 μ breit. — In zeitweise von Regenwasser erfüllten Felsvertiefungen in Rumänien.

Die Form stellt einen ganz aberranten Typus dar. Am ehesten läßt sie sich mit *Cyanarcus* unter den Chroococcaceen vergleichen. — Die Hormogonien sind nicht bekannt.

Porphyrosiphon Kütz.

Trichome einzeln, in einer festen, geschichteten Scheide. Scheide innen purpurrot, außen farblos, an den Enden gefasert und farblos. Fäden vielfach verschlungen, zu einem ausgebreiteten, polsterförmigen Lager vereinigt.

Schizothrix Arnotti zeigt eine starke Annäherung an *Porphyrosiphon*, unterscheidet sich aber durch das Vorkommen von Verzweigungen der Fäden.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Trichome 8—19 μ breit.	**P. Notarisii** 1.
II. Trichome 7—10 μ breit.	**P. Kaernbachii** 2.

1. **Porphyrosiphon Notarissii** (Menegh.) Kütz. — Fäden verschieden gekrümmt, dicht verflochten, zu einem filzigen, dunkel rotbraunen Lager vereinigt. Scheiden fest, anfangs eng, später sehr dick und geschichtet, ± purpurrot, an den Enden oft farblos und zerfasert; bisweilen sind nur die inneren Schichten gefärbt, die äußeren farblos. Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Trichome an den Querwänden eingeschnürt, blaugrün. Zellen 8—19 μ breit, ebenso lang oder bis $^1/_3$mal so lang, 4,5—12 μ lang; Endzelle breit abgerundet. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen, an Baumstämmen.

2. **Porphyrosiphon Kaernbachii** (Henn.) de Toni. — Lager hautartig, rotbraun. Fäden dicht verflochten und leicht gekrümmt, 8—16 μ breit. Scheiden rot oder hyalin, 1—1,5 μ dick; Zellen fast ebenso lang wie breit oder $^1/_2$—$^1/_3$mal so lang, 7—10 μ breit, 5—10 μ lang. — Am Grund von Baumstämmen, Neu-Guinea.

var. *Samoënsis* Wille (Fig. 526). — Fäden 11—12 μ breit, Scheiden 0,5 μ dick, braun oder rot, manchmal hyalin; Zellen fast so lang wie breit oder $^1/_2$mal so lang. — An Felsen, Samoa-Inseln.

Fig. 526. *Porphyrosiphon Kaernbachii* var. *Samoënsis* (610×, nach Wille).

Polychlamydum W. et G. S. West.

Trichome einzeln oder selten zu zwei bis drei in einer dicken, geschichteten Scheide. Innere Schichten der Scheide fest und braun, die äußeren farblos und verquollen, oder äußere und innere gleich und farblos. Fäden gerade oder gebogen.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Äußere und innere Schichten der Scheide verschieden. **P. insigne** 1.

II. Äußere und innere Schichten der Scheide gleich. **P. calcicolum** 2.

1. **Polychlamydum insigne** W. et G. S. West (Fig. 527). — Fäden 67—105 μ breit, mit 5—7 festen, gelbbraunen inneren und 2—4 farblosen, außen unebenen, aufgequollenen äußeren Scheidenschichten. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende abgerundet, olivengrün, 17—22 μ breit. Zellen $^1/_9$—$^1/_{11}$mal so lang als breit. — An *Nitella* und *Naias* in einem See in Afrika.

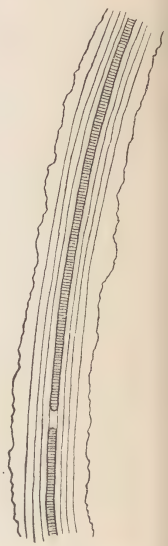


Fig. 527. *Polyglamydum insigne* (90×, nach W. und G. S. West).

2. **Polychlamydum calcicolum** Kuff. (Fig. 528). — Fäden 30 μ breit, 300—320 μ lang. Trichome einzeln in der Scheide, 4 μ breit, blaugrün, am Ende allmählich verjüngt. Endzelle abgestutzt. Zellen an den Querwänden nicht oder sehr wenig eingeschnürt, 4 μ breit, 3—8 μ lang. Schleimhülle geschichtet, farblos, 13 μ breit. — In Kalkinkrustationen in einem Wasserfall, Luxemburg.

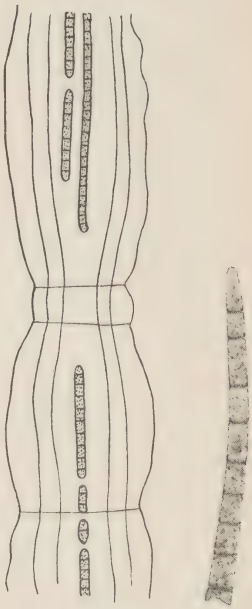
Dasygloea Thwaites.

Trichome zu wenigen in einer weiten, farblosen oder blaß gelben Scheide, voneinander entfernt liegend. Fäden gewunden, verzweigt, zu einem schleimigen Lager vereinigt.

Einzige Art:

Dasygloea amorpha Thwaites (Fig. 529). — Lager gallertig. Fäden vielfach gekrümmt, am Ende gelappt. Scheiden farblos oder mit inneren gelbbraunen Schichten, schleimig, außen uneben, manchmal undeutlich geschichtet, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 4—6 μ breit, 4—13 μ lang. Endzelle stumpf kegelig. — In Sümpfen.

528



a 529 *b*

Fig. 528. *Polychlamydum calcicolum* (825×, nach Kufferath).
Fig. 529. *Dasygloea amorpha* (*a* 368×, nach G. S. West; *b* ca 580×, nach Gomont).

Schizothrix Kütz.

Trichome meist zu mehreren, seltener einzeln in ± festen, dünnen oder mäßig dicken Scheiden eingeschlossen. Scheiden farblos oder (Sektion *Chromosiphon*) gelb, braun, rot oder seltener violett oder blau gefärbt, an der Spitze geschlossen, in einen Zipfel aus-

laufend. Fäden entweder dicht miteinander verflochten, zu einem hautartigen Lager verwebt und dann häufig mit nur einem Trichom und spärlich verzweigt (Sektion *Hypheothrix*) oder zu Polstern und Büscheln (Sektion *Inactis*) oder zu aufrechten Bündeln (Sektion *Symplocastrum*) vereinigt und ± reichlich verzweigt. Lager meist festsitzend, seltener freischwimmend.

Die Gattung umfaßt morphologisch ziemlich verschiedene Typen. Für viele Formen sind ± halbkugelige, innen gezonte Lager mit parallelen bzw. radiär gestellten Fäden charakteristisch; sie erinnern an die Lager von *Rivularia*. Andere Arten bilden Büschel, wieder andere häutige Lager mit dicht verflochtenen Fäden. Häufig erfolgt Kalkausscheidung, durch die die Lager in manchen Fällen (*Sch. pulvinata*, *fasciculata*) vollkommen versteinern. Sehr mannigfaltig ist die Lagerfarbe, die in vielen Fällen durch die Färbung der Scheiden bedingt ist. Doch können z. B. violette Farbentöne auch durch die Färbung der Zellen zustande kommen (*Sch. tinctoria*).

Die Arten leben entweder aërophytisch oder submers. Echte Planktonten fehlen. Die nicht aërophytischen Formen zeigen zum großen Teil eine Vorliebe für bewegtes Wasser und finden sich daher einerseits in Bächen, dann aber auch in der ökologisch ähnlichen Wellenschlagszone von Seen. In Thermen leben *Sch. fragilis*, *tenuis*, *panniformis*, *Hawaïensis*, *penicillata*. Eine häufige Gewächshausform ist *Sch. calcicola*. In Gallertlagern anderer Algen wurden *Sch. vaginata* und *Sch. Hawaïensis* gefunden.

Einige Arten gehören zu den Kalksteine perforierenden Algen, so *Sch. lateritia*, *fasciculata*, *vaginata*, *lacustris*. Sie sind nach Chodat an der Bildung der eigentümlichen Furchensteine, die man am Ufer von Seen findet, beteiligt.

Außer den im folgenden angeführten Arten sind noch viele andere, kaum identifizierbare Arten beschrieben worden. Weitere Untersuchungen über die oft sehr polymorphen Arten sind notwendig.

Bestimmungsschlüssel der Sektionen.

I. Fäden zu aufrechten Bündeln vereinigt; Scheiden farblos.
Sektion **Symplocastrum** I.

II. Fäden nicht zu aufrechten Bündeln vereinigt.

1. Fäden zu einem hautartigen Lager vereinigt, sehr dicht verflochten; Scheiden farblos. Sektion **Hypheothrix** II.

2. Fäden einzeln oder zu Büscheln vereinigt. Büschel festsitzend, oft polsterförmige, ± verkalkte Lager bildend, oder freischwimmend oder seltener im Gallertlager anderer Algen lebend. Scheiden meist farblos oder seltener gelb bis braun gefärbt, bei *S. rubella* rosa. Sektion **Inactis** III.

3. Fäden zu aufrechten Büscheln vereinigt oder ein verfilztes Lager bildend oder einzeln. Scheiden gelb, braun, rot oder blau gefärbt. Sektion **Chromosiphon** IV.

I. Sektion **Symplocastrum** [1]).

1. Zellen kürzer als breit.
   a) Trichome 1,4—2 μ breit. **S. fragilis** 1.
   b) Trichome 4—6 μ breit. **S. Mascarenicum** 2.
2. Zellen so lang wie breit oder länger als breit.
   a) Lager rotbraun oder fleischrot. **S. rubra** 3.
   b) Lager ± grün bis bräunlich.
      α) Trichome 3—6 μ breit, Lager blaugrün. **S. Friesii** 4.
      β) Trichome 1,9—3,5 μ breit, Lager graugelb. **S. cuspidata** 5.
      γ) Trichome 0,8—1,5 μ breit. **S. tenuis** 6.

II. Sektion **Hypheothrix.**

1. Lager mit Kalk inkrustiert.
   A. Trichome 4—7,5 μ breit.
      a) Lager krustenförmig. **S. Naegelii** 7.
      b) Lager kugelig-höckerig. **S. nullipora** 8.
   B. Trichome bis 1,7 μ breit.
      a) Endzelle kegelig. **S. coriacea** 9.
      b) Endzelle abgerundet. **S. lateritia** 10.
2. Lager nicht mit Kalk inkrustiert.
   A. Trichome 5,6—8,3 μ breit. **S. pallida** 11.
   B. Trichome schmäler.
      a) Lager purpurrot. **S. Regeliana** 12.
      b) Lager anders gefärbt.
         α) Trichome 3—3,7 μ breit.
            * Trichome 3—3,2 μ breit. **S. panniformis** 13.
            ** Trichome 3,2—3,7 μ breit. **S. cyanea** 14.
         β) Trichome bis 3 μ breit.
            * Endzelle abgerundet.
               † Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. **S. calcicola** 15.
               †† Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt.
                  X Zellen länger als breit. **S. lardacea** 16.
                  XX Zellen kürzer als breit. **S. Lenormandiana** 17.
            ** Endzelle kegelig.
               † Zellen 1,5—3 μ breit, 2—3 mal so lang. **S. arenaria** 18.
               †† Zellen 0,6—0,8 μ breit, 6—8 mal so lang. **S. delicatissima** 19.

III. Sektion **Inactis.**

1. Lager mit Kalk inkrustiert.
   A. Zellen quadratisch oder länger als breit.
      a) Fäden wenig verzweigt. **S. pulvinata** 20.

---

1) Vgl. auch *Sch. lateritia* var. *symplocoides* (10) und *Sch. calcicola* var. *symplociformis* (15).

b) Fäden ± reichlich verzweigt.
α) Trichome 1,4—3 μ breit. **S. fasciculata** 21.
β) Trichome 2,5—4,5 μ breit.
* Lager ± rot, Scheiden manchmal rosa. **S. rubella** 22.
** Lager ± grün, Scheiden farblos. **S. undulata** 23.
B. Zellen meist kürzer als breit. **S. vaginata** 24.

2. Lager nicht oder nur wenig (*Sch. lacustris*) mit Kalk inkrustiert.
A. Fäden nicht zu einem Lager vereinigt.
a) Fäden an Felsen festsitzend, Zellen fast quadratisch. **S. Bioreti** 25.
b) Fäden freischwimmend, Zellen 4—8mal so lang als breit. **S. elongata** 26.
c) Fäden im Gallertlager anderer Algen.
α) Zellen kürzer als breit. **S. vaginata** 24.
β) Zellen länger als breit. **S. Hawaïensis** 27.
B. Fäden zu einem Lager vereinigt.
a) Lager polsterförmig. **S. lacustris** 28.
b) Fäden zu flutenden Büscheln vereinigt.
α) Trichome 6 μ breit. **S. Mexicana** 29.
β) Trichome schmäler.
* Lager ± violett, Trichome 1,4—2,4 μ breit. **S. tinctoria** 30.
** Lager schwarzgrün, Trichome 2,7—5 μ breit. **S. penicillata** 31

IV. Sektion **Chromosiphon.**

1. Zellen meist kürzer als breit.
A. Scheiden purpurrot bis rosa.
a) Trichome 0,5 μ breit. **S. Antarctica** 32.
b) Trichome breiter.
α) Trichome zu 1—2 in einer Scheide.
* Trichome 20—35 μ breit. **S. Arnotti** 33.
** Trichome 4—9 μ breit. **S. telephoroides** 34.
β) Trichome zu mehreren in einer Scheide. **S. purpurascens** 35.
B. Scheiden goldgelb. **S. Muelleri** 36.
C. Scheiden blau. **S. chalybea** 37.

2. Zellen meist länger als breit.
A. Verzweigungen nicht tauartig aufgewickelt.
a) Endzelle abgerundet, nicht oder wenig verjüngt.
α) Scheiden ± gelbbraun.
* Scheiden nicht zerbrechlich.
† Trichome 3,5—6 μ breit, zu sehr vielen in einer Scheide. **S. polytrichoides** 38.
†† Zellen 3—4 μ breit, 4—8 μ lang. **S. Lampi** 39.
††† Zellen 2—3 μ breit, 8—13 μ lang. **S. fuscescens** 40.
** Scheiden zerbrechlich. **S. affinis** 41.

β) Scheiden ± blau. **S. Heufleri** 42.
γ) Scheiden rosa, orange oder purpurrot.
* Trichome 0,5 μ breit. **S. Antarctica** 32.
** Trichome 1,8—2 μ breit. **S. Gomontii** 43.
b) Endzelle kegelig.
α) Wasserbewohner, Scheiden rot. **S. natans** 44.
β) Erdbewohner, Scheiden braun.
* Trichome 2—2,7 μ breit. **S. ericetorum** 45.
** Trichome 3,5—4,8 μ breit. **S. rupicola** 46.
B. Verzweigungen tauartig aufgewickelt.
a) Scheiden gelb bis braun. **S. funalis** 47.
b) Scheiden stahlblau. **S. Braunii** 48.

1. **Schizothrix fragilis** (Kütz.) Gom. (Fig. 530). — Lager bis 1 mm hoch, olivengrün oder blaugrün. Fäden ± gebogen, parallel, zu kurzen, aufrechten Bündeln vereinigt. Scheiden ± zerfließend, farblos, außen uneben, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, zahlreiche Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 1,4—2 μ breit, quadratisch oder etwas kürzer als breit, 1—2 μ lang, blaß blaugrün. — Am Rand von Sümpfen, an feuchten Mauern u. dgl., auch in Thermen.
2. **Schizothrix Mascarenicum** Gom. — Fäden zu aufrechten, bis 2 mm langen Bündeln dicht verflochten, an den Enden büschelig verzweigt; Zweige anliegend. Scheiden dick, farblos, fest, geschichtet, außen rauh, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Trichome zu wenigen in einer Scheide, von einander ziemlich entfernt, manchmal einzeln, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 4—6 μ breit, olivengrün. Zellen quadratisch oder kürzer als breit, 2—5,5 μ lang. Endzelle spitz kegelig. — An Mauern auf der Insel Mauritius.
3. **Schizothrix rubra** (Menegh.) Gom. (Fig. 531). — Lager fleischrot oder rotbraun. Fäden im unteren Teil gewunden, oben ± parallel, zu kurzen, zugespitzten, aufrechten Bündeln vereinigt. Scheiden weit, undeutlich geschichtet, außen uneben, am Ende lang zugespitzt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen getrocknet an den Querwänden eingeschnürt, oft granuliert, 1,6—2 μ breit, meist länger als breit, 2—3,5 μ lang, blaßrot. Endzelle abgerundet. — Auf feuchter Erde.
4. **Schizothrix Friesii** (Ag.) Gom. (Fig. 532). — Lager schwärzlich oder grünlich stahlblau. Fäden im unteren Teil gewunden, oben fast gerade, parallel, zu spitzen, steifen, aufrechten, bis 3 cm hohen Bündeln vereinigt. Scheiden farblos, geschichtet, am Ende zugespitzt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 3—6 μ breit, fast quadratisch oder 2 mal so lang als breit, 4—11 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet oder stumpf kegelig. — Auf feuchter Erde, zwischen Moosen an Felsen, seltener in stehendem Wasser.
5. **Schizothrix cuspidata** W. et G. S. West. — Lager ausgebreitet, gelblich grau. Aufrechte Bündel 8—15 mm lang, ± blaugrün. Trichome verschlungen, 1,9—2,3 μ breit, zu 1—3 in der 13,5—25 μ weiten Scheide. Zellen 2—4 mal so

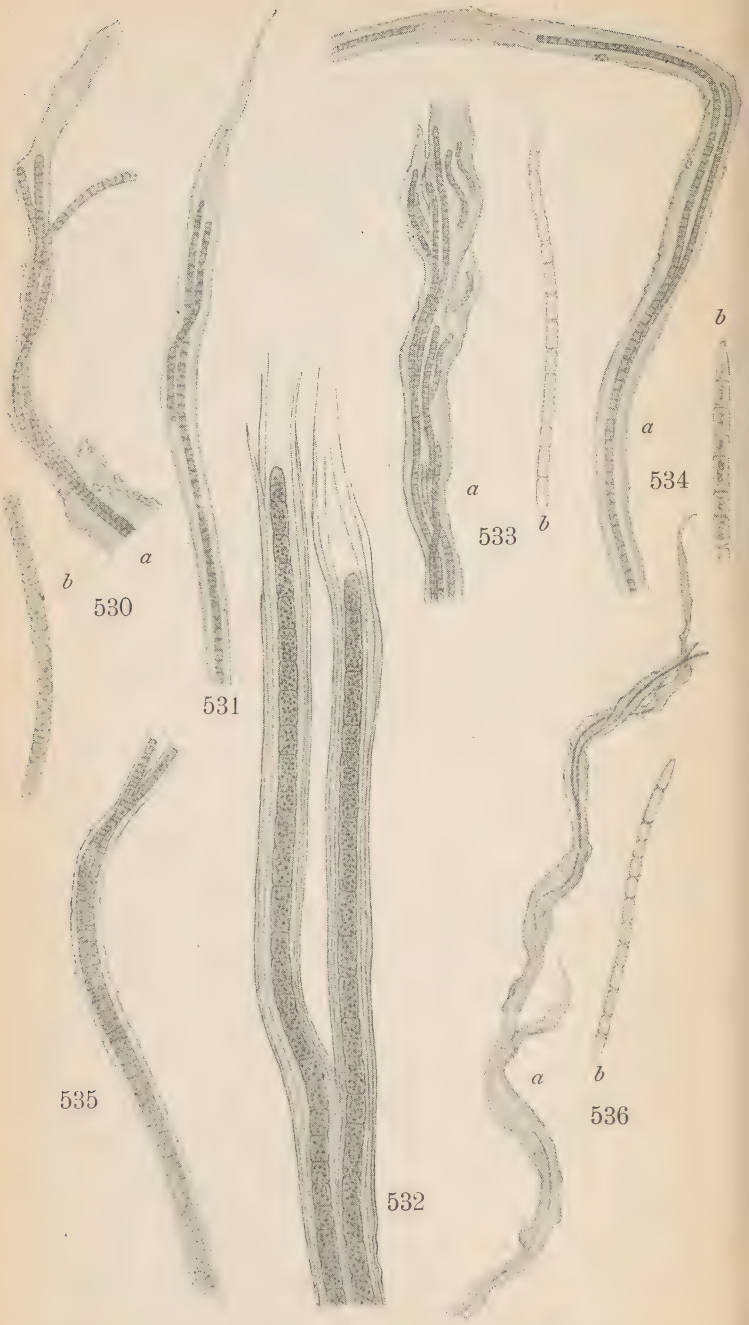


Fig. 530—536. 530 *Schizothrix fragilis.* 531 *Sch. rubra.* 532 *Sch. Friesii.* 533 *Sch. lateritia.* 534 *Sch. coriacea.* 535 *Sch. lardacea.*

lang als breit. Scheiden farblos, geschichtet oder nicht geschichtet, außen oft uneben. — Aërophytisch?

var. *luteo-fusca* W. et G. S. West — Lager braun, 1 bis 2 mm hoch. Bündel 4–6, seltener bis 10 mm lang. Zellen 2,5–3,5 μ breit. — Zusammen mit der typischen Form.

6. **Schizothrix tenuis** Woronich. — Fäden zu bis 3 mm langen und 30—50 μ dicken Bündeln vereinigt, gewunden, 2—4 μ breit. Zellen 0,8—1,5 μ breit, zylindrisch, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt. — In einer heißen Quelle im Kaukasus.

7. **Schizothrix Naegelii** (Kütz.), Geitler (= *Hypheothrix Naegelii* Kütz.). — Lager krustenförmig, hart, steinern, an der Oberfläche blaugrün, innen farblos. Trichome verflochten, 4—7 μ breit, blaugrün. Zellen so lang wie breit oder kürzer als breit, manchmal an den Querwänden leicht eingeschnürt. Scheiden eng, farblos, ziemlich fest. — In Bächen.

8. **Schizothrix nullipora** (Grun.) Geitler (= *Hypheothrix nullipora* Grun.). — Lager höckerige, 12—24 mm große Kalkkügelchen bildend. Trichome leicht gekrümmt, 4,5—7,5 μ breit. Zellen so lang wie breit oder bis 2 mal so lang als breit. Scheiden farblos, eng oder weit. — Im Laxenburger Teich bei Wien.

9. **Schizothrix coriacea** (Kütz.) Gom. (Fig. 534). — Lager lederig, runzelig, weit ausgebreitet, mit Kalk inkrustiert, braungrün bis rosa oder ziegelfarben, innen farblos. Fäden dicht verflochten, sehr wenig verzweigt. Scheiden farblos, eng, am Ende zugespitzt, nicht geschichtet, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 1—1,7 μ breit, meist länger als breit, 3—6 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle spitz kegelig. — An feuchten Felsen und Mauern, am Rand von Sümpfen.

10. **Schizothrix lateritia** (Kütz.) Gom. (Fig. 533). — Lager haut- bis lederartig, manchmal bis über 1 m² ausgebreitet, polsterförmig, mit Kalk inkrustiert, grau bis fleischrot, innen farblos. Fäden meist dicht verflochten, ± verzweigt. Scheiden eng oder weit, farblos, außen uneben, am Ende zugespitzt oder tutenförmig, durch Chlorzinkjod nicht oder sehr schwach blau gefärbt, zahlreiche Trichome enthaltend. Zellen 1,3—1,6 μ breit, 2—9 μ lang, an den Querwänden oft granuliert. Endzelle abgerundet. — An feuchten Felsen, Steinen, Holzbalken, am Rand von Seen; kalkbohrend.

var. *symplocoides* Hansg. — Fäden am Rand des Lagers zu pinselförmigen Bündeln vereinigt, locker verflochten.

var. *Hansgirgii* Woronich. — Lager blaßgrün. Trichome einzeln in der Scheide, seltener zu 2—4, Zellen 1½—2 mal so lang als breit. — An Steinen in einem Fluß im Kaukasus.

11. **Schizothrix pallida** (Näg.) Kütz. — Lager häutig, fest, blaß rosenrot. Fäden ± gerade und fast parallel oder dicht ver-

536 *Sch. arenaria* (530*a*, 534*a*, 535 ca. 840×; 531, 533*a*, 536*b* ca. 590×; 530*b*, 533*b*, 534*b* ca. 1100×; 532 ca. 400×; 536*a* ca. 150×; alle nach Gomont).

flochten. Zellen 5,6—8,3 μ breit, so lang wie breit oder kürzer als breit. Scheiden sehr dick, ungeschichtet oder geschichtet und zerfasert. — An feuchten Felsen.

12. **Schizothrix Regeliana** Näg. — Lager häutig, fest, rotviolett, blutrot oder schwarzpurpurn, innen oft farblos oder blaugrün. Fäden 2—3 μ breit. Zellen 1,7—2,2 μ breit, so lang wie breit. Scheiden sehr eng, farblos oder gelblich. — An feuchten Felsen.

f. *crassior* Rabh. — Trichome bis 2,7 μ breit. — Zusammen mit der typischen Form.

var. *calothrichoidea* Hansg. — Lager gelbrot bis lehmfarbig. Fäden mit dicken, gelbbraunen Scheiden, 3—5 μ breit, am Ende oft *Calothrix*-artig verjüngt. — An feuchten Felsen.

13. **Schizothrix panniformis** Rabh. — Lager schwarzbraun, häutig. Trichome dunkel blaugrün, dicht verflochten, 3—3,2 μ breit. Scheiden dick. — In Thermen.

14. **Schizothrix cyanea** Näg. — Lager häutig, rußartig-schwarz, innen schmutzig blaugrün. Trichome blaß stahlblau, dicht verflochten, 3,2—3,7 μ breit. Scheiden dick, farblos. — An feuchten Felsen.

15. **Schizothrix calcicola** (Ag.) Gom. (Fig. 537). — Lager ± häutig-schleimig, anfangs dünn und lebhaft blaugrün, später oft dick und lederartig-fleischig, dunkel bis schwärzlich blaugrün oder gelblich grau. Fäden dicht verflochten, wenig verzweigt. Scheiden farblos, fest, am Ende zugespitzt oder tutenförmig, oft nur ein Trichom, manchmal zwei bis mehrere Trichome enthaltend, dick, außen uneben, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, manchmal granuliert, 1—1,7 μ breit, 2—6 μ lang, blaß blaugrün. — An feuchten Felsen und Mauern, oft in Warmhäusern; auch in Thermen.

var. *symplociformis* Hansg. — Lager dunkel blaugrün bis braun, an der Oberfläche mit 3—5 mm langen Bündeln. — In Warmhäusern.

16. **Schizothrix lardacea** (Cesati) Gom. (Fig. 535). — Lager ausgebreitet, bis 3 cm dick, fest-elastisch, geschichtet, schmutziggrün bis rötlich. Fäden lang, gewunden, sehr spärlich verzweigt. Scheiden farblos, fest, am Ende zugespitzt, anfangs eng, später dick und außen uneben, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, aber oft granuliert, 1,5—2 μ breit, quadratisch oder wenig länger als breit, 2—3 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet. — Auf feuchter Erde, an feuchten Mauern und Felsen, in Quellen.

17. **Schizothrix Lenormandiana** Gom. — Lager dünn, blaugrün. Fäden dicht verflochten, lang, nicht verzweigt. Scheiden fest, zylindrisch, eng, glatt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen 1,5—3 μ breit, 1—2,4 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. — Im Süßwasser an der Küste von Nordfrankreich.

18. **Schizothrix arenaria** (Berk.) Gom. (Fig. 536). — Lager dünn, blaugrün. Fäden dicht verflochten, am Ende in vielfach

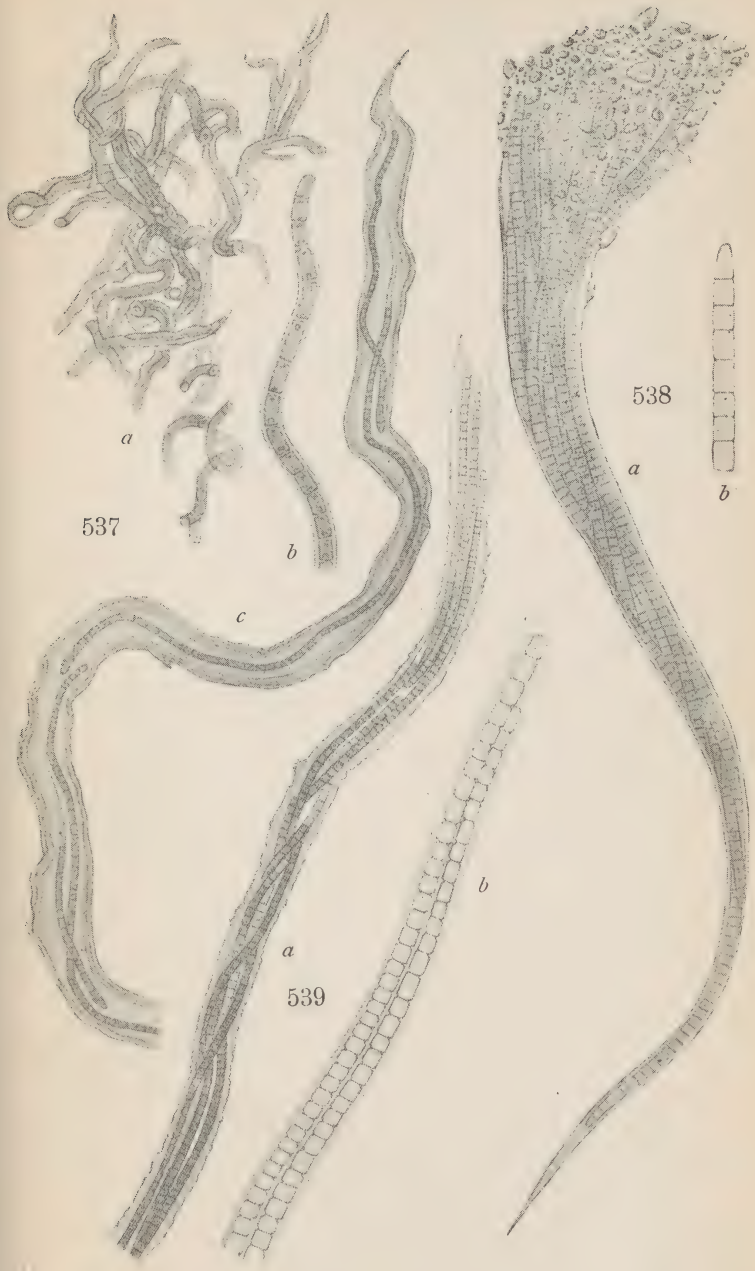


Fig. 537—539. 537 *Schizothrix calcicola.* 538 *Sch. fasciculata.* 539 *Sch. tinctoria* (537 *a* ca. 400×; 537 *b* ca. 800×; 537 *c* ca. 1050×; 538 *a*, 539 *a* ca. 590×; 538 *b*, 539 *b* ca. 1050×; nach Gomont).

gewundene Äste ausgehend. Scheiden farblos, fest, am Ende zugespitzt, außen uneben, im unteren Teil dick und geschichtet, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 1,5—3 μ breit, bis 5 μ lang. Endzelle spitz kegelig. — Auf feuchter Erde, feuchten Felsen u. dgl.

19. **Schizothrix delicatissima** W. et G. S. West — Fäden nur 100—400 μ lang, gekrümmt, spärlich verzweigt, 5—6,5 μ breit. Scheiden farblos, außen wellig, am Ende meist lang zugespitzt, seltener leicht abgerundet, 1—2 Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 0,6—0,8 μ breit, 6- bis 8mal so lang als breit, lebhaft blaugrün. Endzelle spitz kegelig. — Auf feuchter Erde.

20. **Schizothrix pulvinata** (Kütz.) Gom. — Lager polster- oder krustenförmig, außen warzig, innen gezont, stark mit Kalk inkrustiert und ± steinern, blaugrün. Fäden parallel gelagert, fast gerade, dicht gedrängt, wenig verzweigt, mit anliegenden Zweigen. Scheiden farblos, am Ende zugespitzt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, mehrere Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 1—2 μ breit, quadratisch oder bis 2mal so lang als breit, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet. — In stehenden und fließenden Gewässern, an Steinen, Holz u. dgl.

21. **Schizothrix fasciculata** (Näg.) Gom. (Fig. 538). — Lager krustenförmig, außen warzig, innen gezont, stark mit Kalk inkrustiert und oft steinern, blaugrün, fleischrot oder braun. Fäden gebogen, verflochten, reichlich verzweigt, an den Enden in Büscheln aufgelöst. Scheiden ziemlich dick, farblos oder seltener bräunlich, am Ende zugespitzt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, an der Basis mehrere, am Ende nur 1 Trichom enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 1,4—3 μ breit, quadratisch oder bis 2mal so lang als breit, 1,2—3,5 μ lang, blaß blaugrün oder schmutziggrün. Endzelle ± spitz kegelig. — In schnell fließenden Gewässern und in Seen. Kalkbohrend.

Die Art zeigt ein abweichendes Aussehen, wenn nicht das ganze Lager, sondern nur seine inneren Teile verkalkt sind. In den oberen kalkfreien Partien stellen sich die Fäden dann parallel und sind ± gerade.

22. **Schizothrix rubella** Gom. — Lager polster- oder krustenförmig, mit Kalk inkrustiert und rosa, oder nicht verkalkt und rot. Fäden gewunden, fast dichotom verzweigt. Scheiden dick, geschichtet, zerfasert, farblos oder rosa, am Ende zugespitzt oder tutenförmig, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2,5—4,5 μ breit, bis 7 μ lang, blaß blaugrün. — An feuchten Mauern, am Rand von Seen.

23. **Schizothrix undulata** Virieux — Lager polster- oder krustenförmig, mit Kalk inkrustiert, 4—6 mm hoch, an der Oberfläche grau, innen grün. Fäden gewunden, ± parallel. Scheiden farblos, ziemlich weich, durch Chlorzinkjod sehr schwach blau gefärbt, 1—10 Trichome enthaltend. Trichome in den alten Fadenteilen hin- und hergebogen. Zellen 3—4 μ breit, 1- bis

3 mal so lang als breit. Endzelle wenig verjüngt. — An Steinen und alten Schneckenschalen in einem See Frankreichs.

24. **Schizothrix vaginata** (Näg.) Gom. (Fig. 541). — Lager ausgebreitet, krustig-warzig, mit Kalk inkrustiert oder ohne Kalk, graubraun oder schwarzgrün. Fäden gerade, ± parallel gelagert oder miteinander verflochten, an den Enden verzweigt. Scheiden dick, manchmal geschichtet, am Ende zugespitzt oder seltener tutenförmig, durch Chlorzinkjod meist blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden granu-

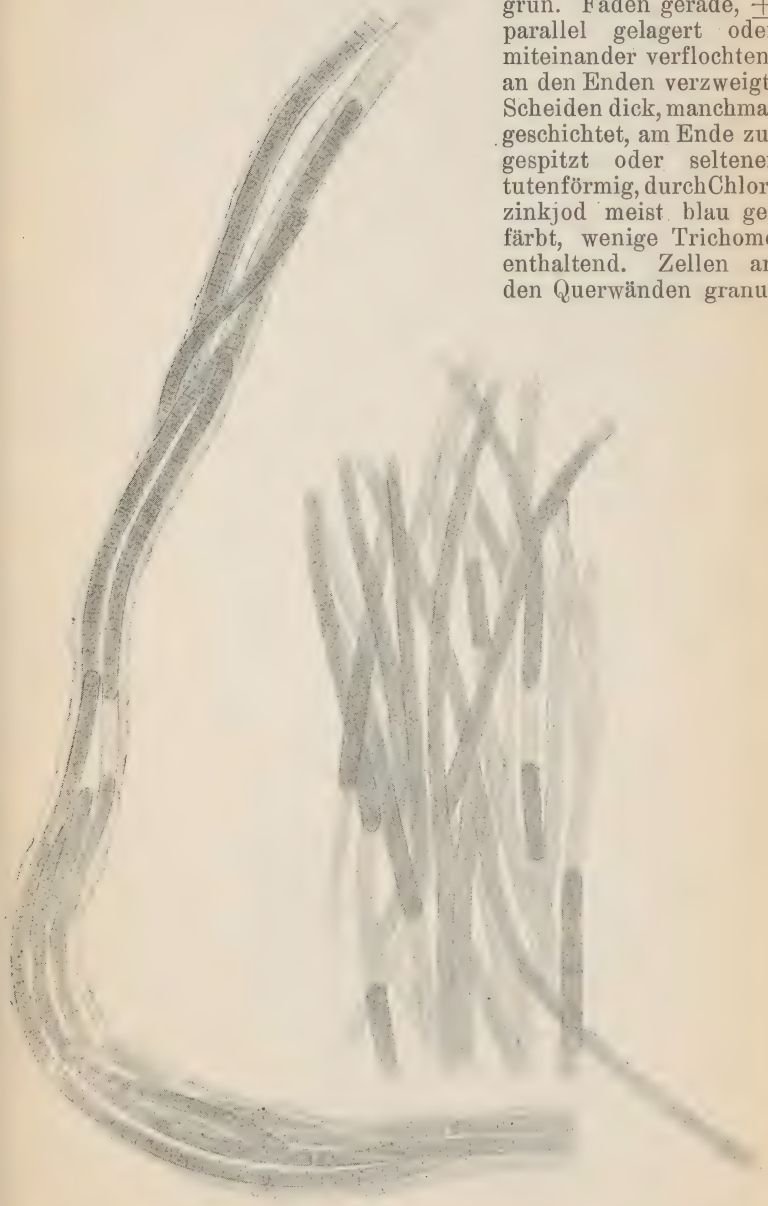


Fig. 540. *Schizothrix penicillata* (595×, nach Gomont).

liert, nicht eingeschnürt, 2—3 μ breit, meist kürzer als breit. Endzelle abgerundet. — In stehenden und fließenden Gewässern, auch an überrieselten Felsen, manchmal im Gallertlager anderer Algen (*Rivularia*). Kalkbohrend.

25. **Schizothrix Bioreti** Frémy (Fig. 551). — Fäden einzeln zwischen anderen Cyanophyceen, schwach gekrümmt, im oberen Teil fast dichotom verzweigt, bis 60 μ breit. Scheiden dick, geschichtet, außen glatt oder etwas uneben, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome lebhaft blaugrün, einzeln oder seltener zu zwei in einer Scheide, an den Querwänden kaum eingeschnürt, 10 μ breit, am Ende leicht verjüngt. Zellen fast quadratisch. Endzelle verlängert, abgestutzt kegelig. — Zusammen mit *Dichotrix Orsiniana* und *Lyngbya aerugineo-coerulea* an feuchten Sandsteinfelsen in Zentralafrika.

26. **Schizothrix elongata** W. et G. S. West — Fäden freischwimmend, nicht zu einem Lager vereinigt, lang und schmal, verschiedenartig gebogen, stellenweise gabelig geteilt, 7,5—13 μ breit. Scheiden farblos, nicht geschichtet, etwas rauh, am Ende stark verjüngt und lang zugespitzt, 1—3 Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1,2—1,5 μ breit, 4—8mal so lang, lebhaft blaugrün. — In Sümpfen in Afrika.

27. **Schizothrix Hawaïensis** Lemm. — Fäden einzeln im Schleim anderer Algen, 8—38 μ breit. Scheiden farblos, geschichtet, am Ende zugespitzt, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, 1—4 ± parallele oder gewundene Trichome enthaltend. Zellen 1,5—2 μ breit, 5—6 μ lang, blaß blaugrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt. — Im Lager von *Gloeocapsa*, *Stigonema* u. a. in einem heißen Gewässer auf Hawaii.

28. **Schizothrix lacustris** A. Br. (Fig. 542). — Lager polster- oder krustenförmig, warzig, schmutziggrün, nicht oder nur wenig mit Kalk inkrustiert. Fäden verflochten, an den Enden büschelig verzweigt. Scheiden dick, farblos, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Trichome in den älteren Fadenteilen zu mehreren und oft spiralig gewunden, in den jüngeren einzeln. Zellen getrocknet an den Querwänden eingeschnürt, 1 bis 1,5 μ breit, bis 4 μ lang. — In Seen an Ufersteinen. Kalkbohrend.

29. **Schizothrix Mexicana** Gom. — Fäden zu flutenden, pinselförmigen Büscheln vereinigt. Scheiden sehr dünn, nicht geschichtet, außen etwas uneben, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, viele tauförmig gewickelte Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 6 μ breit, 1—3mal so lang als breit. Endzelle kaum verjüngt, abgerundet. — In fließendem Wasser in Mexiko und auf Jamaika.

30. **Schizothrix tinctoria** (Ag.) Gom. (Fig. 539). — Lager büschelig, weich, meist violett. Fäden lang, zu pinselförmigen Büscheln vereinigt, an der Spitze verzweigt. Scheiden eng, farblos, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, im unteren Teile viele spiralig gewundene, oben wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 1,4—2,4 μ breit, fast so lang wie breit, ± violett. Endzelle abgerundet. — In fließenden Gewässern, in Wasserfällen, in überrieselten Felsen.

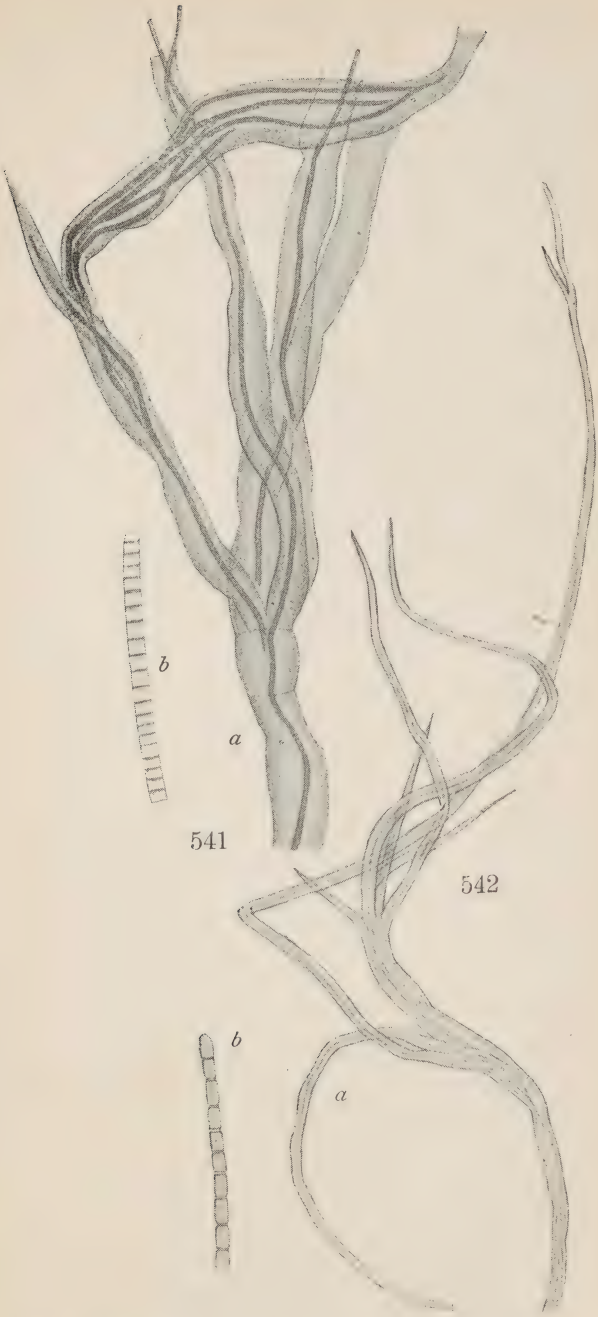
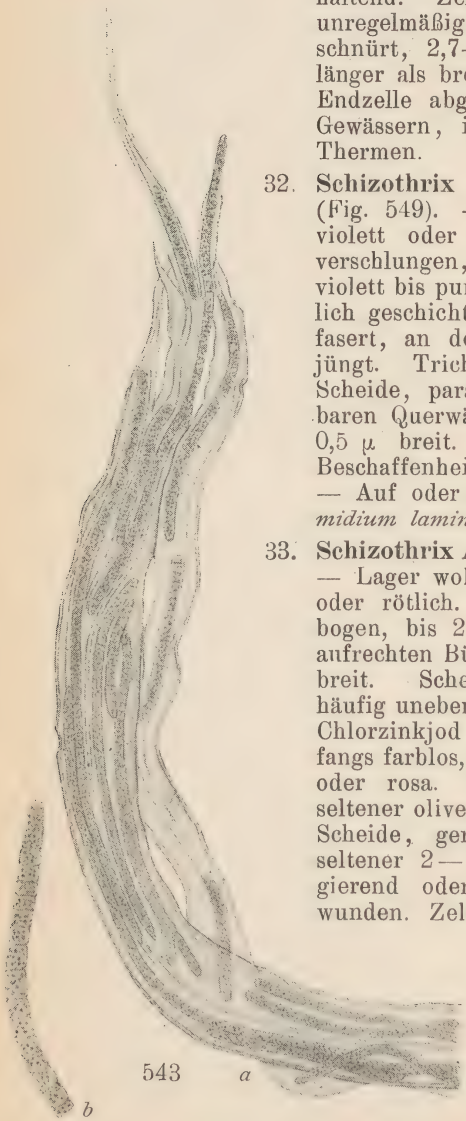


Fig. 541, 542. 541 *Schizothrix vaginata*. 542 *Sch. lacustris* (541*a* ca. 200×, 541 *b* ca. 590×, 542 *a* ca. 160×, 542 *b* ca. 1100×, nach Gomont).

Das Lager nimmt, oft offenbar bei Nahrungsmangel, eine lebhaft orangegelbe Färbung an.

31. **Schizothrix penicillata** (Kütz.) Gom. (Fig. 540). — Lager weich, schwarzgrün. Fäden zu flutenden, pinselförmigen Büscheln vereinigt, größtenteils unverzweigt. Scheiden farblos, nicht geschichtet, im unteren Teil dick und außen uneben, weiter oben dünn, meist nur 1 Trichom enthaltend. Zellen an den Querwänden unregelmäßig granuliert, nicht eingeschnürt, 2,7—5 μ breit, kürzer oder länger als breit, 2—9 μ lang, blaugrün. Endzelle abgerundet. — In fließenden Gewässern, in Wasserfällen; auch in Thermen.



543 *a* *b*

Fig. 543. *Schizothrix purpurascens* (*a* ca. 165×, *b* ca. 500×, nach Gomont).

32. **Schizothrix Antarctica** Fritsch (Fig. 549). — Lager klein, dunkel violett oder purpurrot. Fäden dicht verschlungen, 4—6 μ breit. Scheiden violett bis purpurrot, manchmal undeutlich geschichtet, fest, glatt, nicht zerfasert, an den Enden allmählich verjüngt. Trichome zu 1—2 in einer Scheide, parallel, an den nicht sichtbaren Querwänden nicht eingeschnürt, 0,5 μ breit. Länge der Zellen und Beschaffenheit der Endzelle unbekannt. — Auf oder in den Lagern von *Phormidium laminosum*, Antarktis.

33. **Schizothrix Arnotti** Frémy (Fig. 550). — Lager wollig, ausgebreitet, blaugrün oder rötlich. Fäden gerade oder gebogen, bis 2 cm lang, stellenweise zu aufrechten Bündeln vereinigt, 50—70 μ breit. Scheiden geschichtet, außen häufig uneben, am Ende verjüngt, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, anfangs farblos, später ± purpurn, orange oder rosa. Trichome blaugrün oder seltener olivengrün, meist einzeln in der Scheide, gerade oder ± gewunden, seltener 2—3 und dann leicht divergierend oder auch unregelmäßig gewunden. Zellen 20—35 μ breit, 8—14 μ lang, eingeschnürt; Inhalt granuliert. Endzelle kaum verjüngt, granuliert. — Ostindien, auf feuchter Erde.

34. **Schizothrix telephoroides** (Mont.) Gom. — Lager rasen- oder krusten-

förmig, rötlich. Fäden fast dichotom verzweigt, zu 0,5 cm langen Bündeln vereinigt. Scheiden sehr dick, fest, geschichtet, innen rot, außen farblos und etwas uneben, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, 1—2 Trichome enthaltend. Zellen blaugrün, an

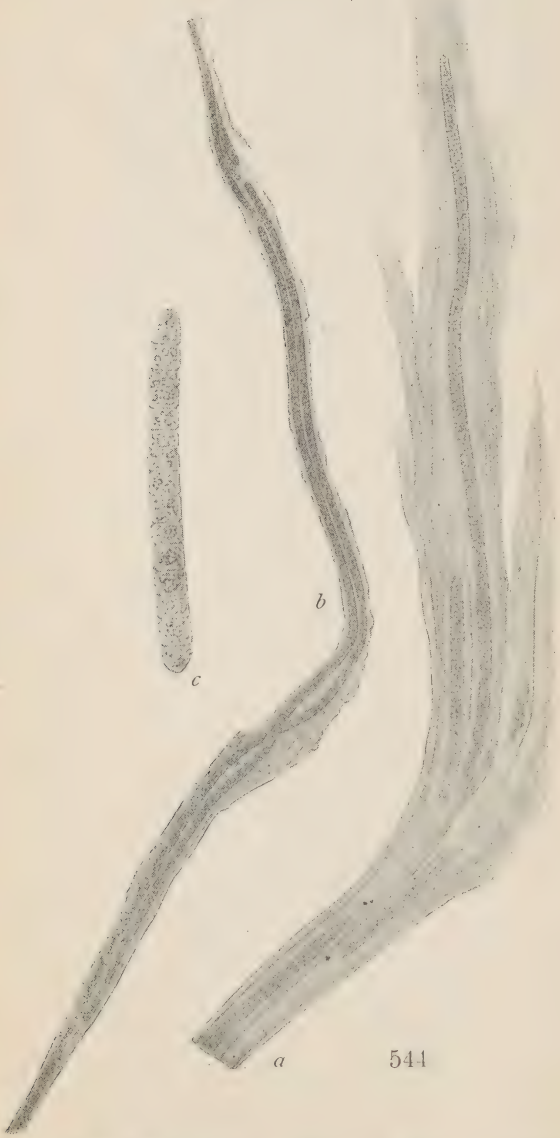


Fig. 544. *Sch. Muelleri* (*a* 176×, *b* 76×, *c* 500×, nach Gomont). *c* ein Hormogonium.

den Querwänden deutlich eingeschnürt, 4—9 μ breit, 1—2mal so lang als breit. Endzelle kaum verjüngt, abgerundet. — Auf feuchter Erde.

35. **Schizothrix purpurascens** (Kütz.) Gom. (Fig. 543). — Lager ausgebreitet, schwarzviolett. Fäden fast dichotom verzweigt, ± parallel, zu gewundenen, kriechenden Bündeln vereinigt. Scheiden rosa bis purpurrot, an den Enden farblos und zugespitzt, dick, deutlich geschichtet, außen uneben, zahlreiche Trichome enthaltend, durch Chlorzinkjod blau gefärbt. Zellen an den Querwänden meist eingeschnürt, 6—8 μ breit, 3—8 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle kegelig, abgerundet oder zugespitzt. — Auf Sandboden, zwischen Moosen.

f. *fasciculata* Frémy. — Fäden zu 3 cm hohen, aufrechten, purpurroten Bündeln vereinigt. — Auf Erde in Zentralafrika.

f. *pulvinata* Frémy. — Zu Bündeln verschlungen, rosa, zu ausgedehnten Polstern vereinigt. — Auf Erde in Zentralafrika.

36. **Schizothrix Muelleri** Näg. (Fig. 544). — Lager ausgebreitet, braun- bis schwarzgrün. Fäden zu niederliegenden Bündeln vereinigt oder freischwimmende Büschel bildend. Scheiden goldgelb, geschichtet, außen uneben, am Ende zugespitzt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden leicht eingeschnürt, 6—13 μ breit, 4—9 μ lang, blaugrün. Endzelle stumpf kegelig. — Auf feuchter Erde und in stehenden Gewässern.

An trockenen Standorten sind die Fäden stark gewunden, an feuchten lang und fast gerade.

37. **Schizothrix chalybea** (Kütz.) Gom. — Lager ausgebreitet, stahlblau. Fäden gebogen, fast dichotom verzweigt. Zweige anliegend, zu aufrechten, bis 2 mm hohen Bündeln lose vereinigt. Scheiden sehr dick, geschichtet, innen blaß stahlblau, außen farblos und manchmal uneben, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, 1 bis wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden deutlich eingeschnürt, 7,5—8,5 μ breit, 3—8 μ lang. Endzelle bis 11 μ lang, stumpf oder spitz kegelig. — Zwischen Moosen.

38. **Schizothrix polytrichoides** Fritsch (Fig. 552). — Kein Lager bildend, nicht mit Kalk inkrustiert. Hauptfäden sehr dick und lang, 70—80 μ breit, gewunden, spärlich verzweigt. Scheiden mächtig, anfangs eng, ± bräunlich, später zerfließend und unregelmäßig, hyalin. Trichome oft lebhaft blaugrün, 3,5—6 μ breit, zu sehr vielen in den Hauptfäden, oft in Bündel gegliedert, ± parallel, manchmal umeinander gewunden, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende verjüngt, zugespitzt oder mit kegelförmiger Kalyptra. Zellen $^1/_2$—$1^1/_2$mal so lang als breit, an den Querwänden granuliert. — In stehendem Wasser, Afrika.

39. **Schizothrix Lampi** Gom. (Fig. 545). — Lager grünlich-braun. Fäden verschlungen, reichlich verzweigt, mit sperrigen Ästen. Scheiden goldgelb, fest, deutlich geschichtet, außen uneben, am Ende zugespitzt oder tutenförmig, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden leicht eingeschnürt, 3—4 μ breit, meist länger als breit, 4—8 μ

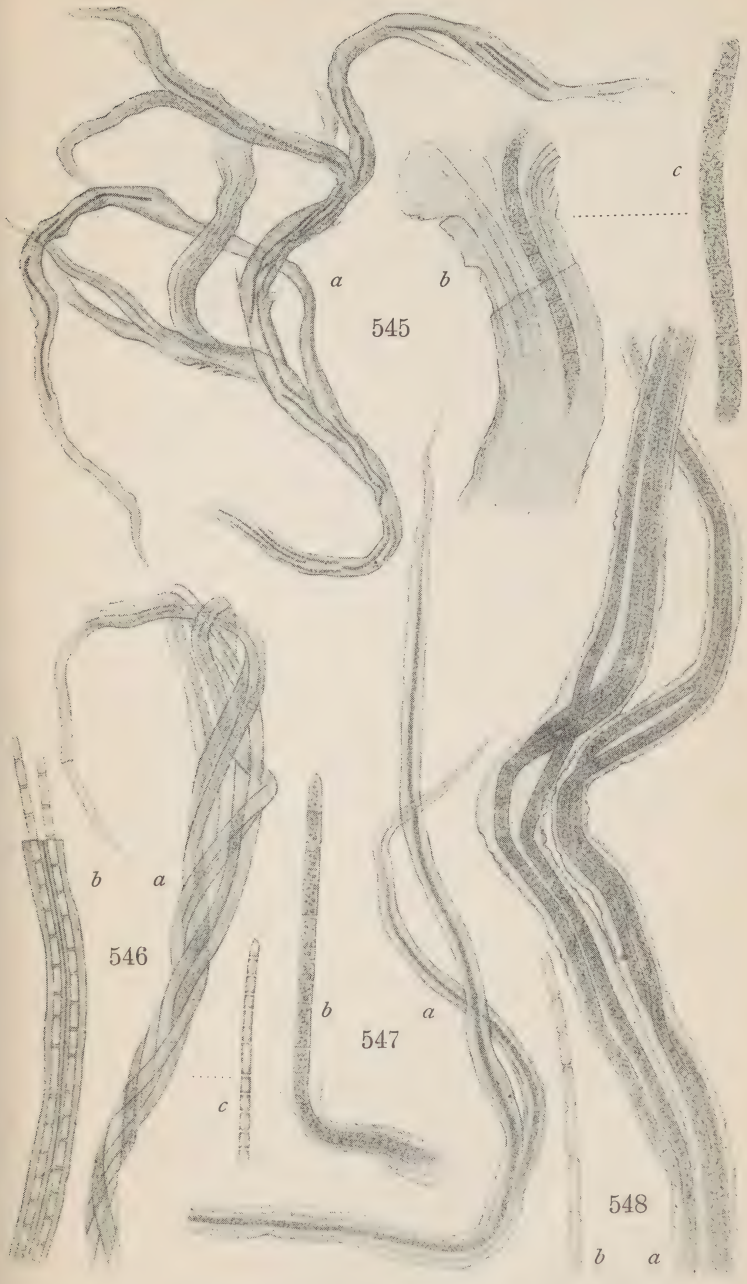
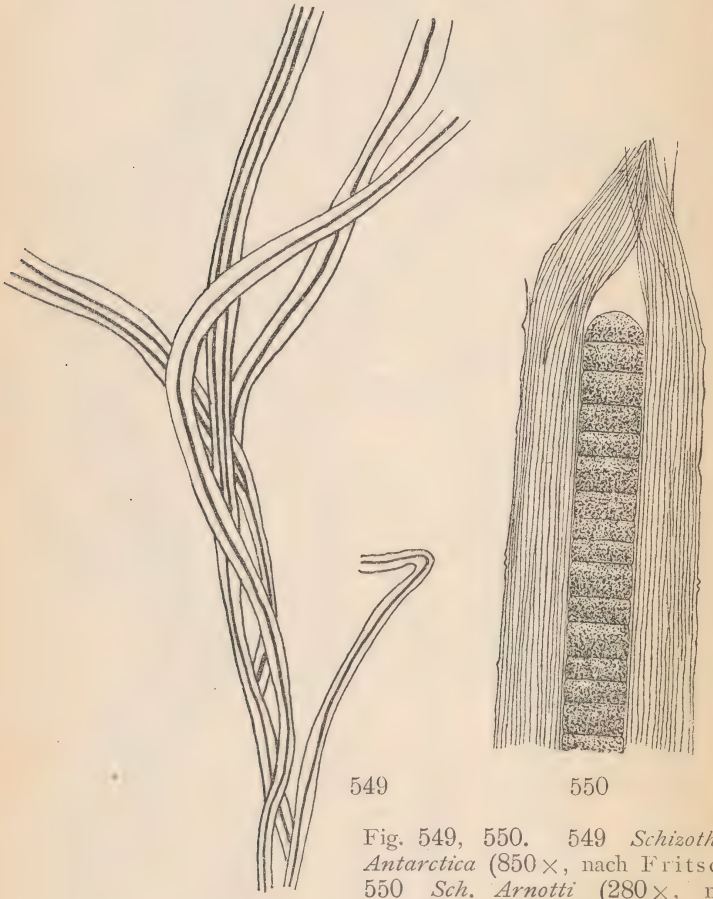


Fig. 545—548. 545 *Schizothrix Lampi.* 546 *Sch. Braunii.* 547 *Sch. Heufleri.* 548 *Sch. fuscescens* (545 *a* 80×; 545 *c*, 546 *b*, *c*, 547 *b* 680×; die übrigen 476×, nach Gomont).

lang, blaugrün. Endzelle schwach kegelig, abgerundet. — Auf feuchter Erde.

40. **Schizothrix fuscescens** Kütz. (Fig. 548). — Lager dünn, dunkelbraun oder grünlich. Fäden vielfach gewunden, reichlich verzweigt. Äste nicht sperrig. Scheiden geschichtet, gelbbraun oder innen goldgelb und außen farblos, am Ende lang



549 550

Fig. 549, 550. 549 *Schizothrix Antarctica* (850×, nach Fritsch). 550 *Sch. Arnotti* (280×, nach Frémy).

zugespitzt, außen meist uneben, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, meist nur zwei Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 2—3 μ breit, 8—13 μ lang, blaugrün. Endzelle abgerundet. — Auf feuchtem Boden, nassen Felsen.

41. **Schizothrix affinis** Lemm. — Fäden einzeln zwischen anderen Algen, sehr selten verzweigt. Scheiden 4—12 μ dick, gelblich bis braun, zerbrechlich, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt,

1—2 Trichome enthaltend. Zellen 0,8—1 μ breit, 2,6—3 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, blaß blaugrün. Endzelle abgerundet. — In stehenden Gewässern (Singapore).

42. **Schizothrix Heufleri** Grun. (Fig. 547). — Lager bräunlich-stahlblau bis schwarzviolett, häutig. Fäden vielfach gewunden, verflochten, seltener fast gerade, reichlich büschelig verzweigt; Zweige anliegend. Scheiden stahlblau oder schwärzlich blaugrün, dick, geschichtet, außen uneben, am Ende zugespitzt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1,7—3 μ breit, 4—8 μ lang, blaugrün. Endzelle wenig verjüngt, abgerundet. — An feuchten Felsen.

An Kalkfelsen bei Lunz (Nied.-Österr.) fand ich eine Form mit an den Querwänden deutlich eingeschnürten Zellen.

var. *microcoleiformis* (Hansg.) Forti. — Scheiden 2—10 Trichome enthaltend. — An feuchten Felsen.

Fig. 551. *Schizothrix Bioreti* (165×, nach Frémy).

43. **Schizothrix Gomontii** Weber van Bosse — Lager rötlich, krustenförmig, von unregelmäßiger Gestalt. Fäden zu aufrechten, bis 2 mm hohen Bündeln vereinigt. Trichome zu 1—2, oft 1 in einer Scheide, parallel, spärlich verzweigt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, lebhaft blaugrün. Zellen 1,8—2 μ breit, $1^1/_2$—2mal so lang. Scheiden fest, zylindrisch, purpurrosa, geschichtet, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, 18—20 μ dick. — In einem Bach auf Sumatra.

44. **Schizothrix natans** W. et G. S. West — Fäden einzeln oder zu kleinen Rasen verflochten, sehr lang, im oberen Teil spärlich verzweigt, 49 bis 92 μ breit. Scheiden fest, dick, geschichtet, mit lebhaft roten inneren und farblosen oder blaßroten äußeren Schichten, am Ende manchmal stark verjüngt, meist 3, seltener 5—6 Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, 5,8—6,5 μ breit, fast quadratisch bis 2 mal so lang als breit. Endzelle kegelig. — Freischwimmend zwischen Wasserpflanzen und Algen in Sümpfen Afrikas.

45. **Schizothrix ericetorum** Lemm. — Lager schwarzbraun, trocken lederartig; Fäden vielfach verflochten, reichlich verzweigt.

Scheiden gelbbraun, fest, deutlich geschichtet, am Ende zugespitzt, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, mehrere Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht oder schwach eingeschnürt, 2—2,7 μ breit, fast quadratisch oder

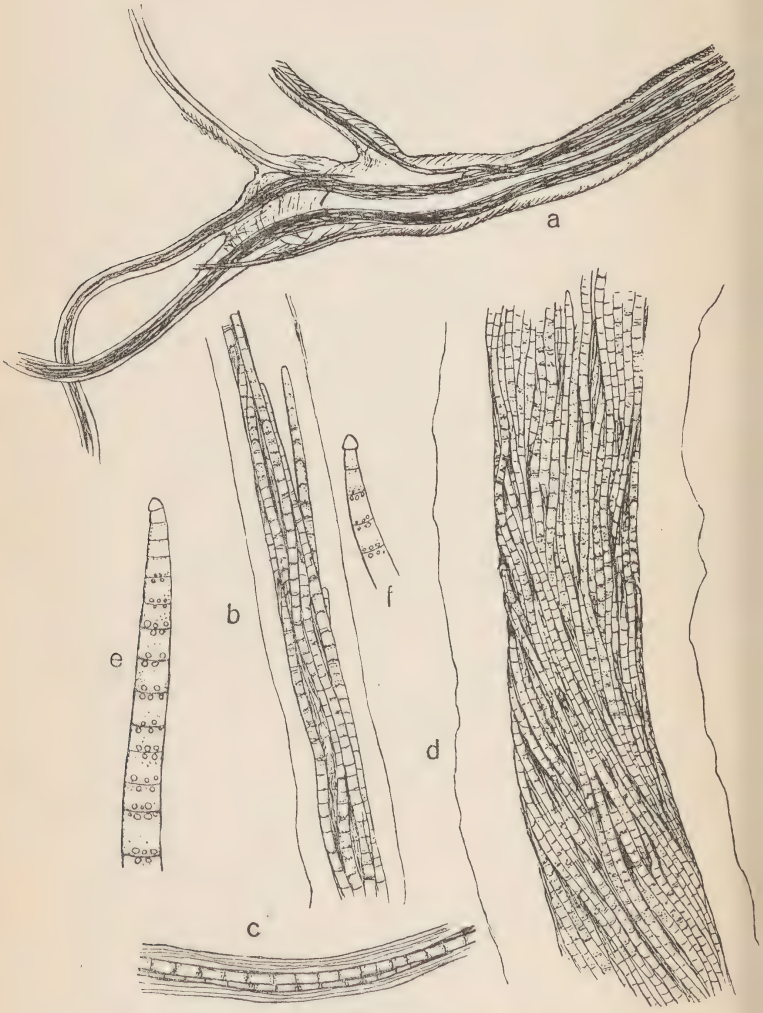


Fig. 552. *Schizothrix polytrichoides* (*a* Habitusbild 95×, *b*, *c*, *d* verschieden alte Fäden, 450×, *e*, *f* Trichomenden 750×, nach Fritsch).

länger als breit, 3—5,5 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle deutlich kegelförmig zugespitzt. — Auf feuchtem Heideboden.

45. **Schizothrix rupicola** Tilden — Fäden 9,6—16 μ breit. Scheiden zylindrisch, ± braun, deutlich geschichtet, nur ein Trichom enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht ein-

geschnürt, 3,5—4,8 μ breit, 5—8 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle abgestutzt kegelig, selten etwas verjüngt. — Auf feuchtem Boden in Nordamerika.

47. **Schizothrix funalis** W. et G. S. West — Lager weich, dünn. Fäden hin- und hergebogen, reichlich verzweigt, 8—12 μ breit. Zweige tauartig aufgewickelt, an den Enden verbreitert. Scheiden fest, geschichtet, im unteren Teil schwärzlich braun, weiter oben gelblich, 1—2 Trichome enthaltend. Zellen 0,5—0,7 μ breit, ca. 2mal so lang als breit, blaugrün. — In Sümpfen.

48. **Schizothrix Braunii** Gom. (Fig. 546). — Lager schwarz, krustenförmig-flockig. Fäden verflochten, sehr lang. Verzweigungen tauartig aufgewickelt. Scheiden dunkel stahlblau, außen etwas uneben, am Ende lang zugespitzt, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, wenige Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt und granuliert, 1,7 μ breit, 2 bis 5 μ lang, blaß blaugrün. Endzelle verjüngt, abgerundet. — An Steinen in Seen.

Hydrocoleus Kütz.

Trichome zu wenigen in einer schleimigen Scheide, mit haubenartig verdickter Endzelle. Fäden häufig miteinander verklebt, verschieden gekrümmt, verzweigt, in Bündeln oder zu häutigen Lagern vereinigt.

Die Abtrennung der Gattung von *Microcoleus* ist künstlich, die Zugehörigkeit der Arten zu der einen oder anderen Gattung ± subjektiv. — Die Gattung *Oligoclonium* A. Brooker Klugh ist ein verkannter *Hydrocoleus* und daher aufzulassen.

Die Arten leben in stehenden oder fließenden Gewässern. Aërophytische, planktonische und Thermalformen sind unbekannt.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Trichome 3—4 μ breit.
  1. Lager mit Kalk inkrustiert. **H. subcrustaceus** 1.
  2. Lager nicht mit Kalk inkrustiert. **H. muscicolus** 2.

II. Trichome breiter.
  1. Endzelle nicht verjüngt.
    A. Trichome 14—15 μ breit. **H. Bremii** 3.
    B. Trichome 16—19 μ breit. **H. heterotrichus** 4.
    C. Trichome 28 μ breit. **H. Lauterbachii** 5.
  2. Endzelle deutlich verjüngt.
    A. Trichome 8—12 μ breit.
      a) Scheiden farblos. **H. Brebissonii** 6.
      b) Scheiden gelbbraun. **H. Ravenelii** 7.
    B. Trichome 6—8 μ breit.
      a) Lager verkalkt, polsterförmig. **H. oligotrichus** 8.
      b) Lager nicht verkalkt, nicht polsterförmig.
        α) Zellen kürzer als breit. **H. homoeotrichus** 9.
        β) Zellen quadratisch oder länger als breit. **H. turfosus** 10.

redraw one

method

X 2

1. **Hydrocoleus subcrustaceus** Hansg. — Lager krustig, 1 bis 3 mm dick, oft stark mit Kalk inkrustiert und fest, rotbraun, glatt oder höckerig, im Innern blaugrün. Scheiden am Ende verbreitert, eng, 2—10 Trichome enthaltend. Zellen fast quadratisch oder kürzer oder länger als breit, blaugrün bis rötlich, 3—4 μ breit. Endzelle ohne Kalyptra. — In Bergbächen.
2. **Hydrocoleus muscicolus** Hansg. — Lager ± höckerig, olivengrün. Scheiden meist eng, 2—10 Trichome enthaltend, farblos, undeutlich geschichtet. Zellen 3—4 μ breit, $^1/_2$—$^1/_3$mal so lang als breit. — In einem Bergbach in Dalmatien zusammen mit *Xenococcus Kerneri*.
3. **Hydrocoleus Bremii** Näg. — Fäden 55—75 μ breit, 2—10 Trichome enthaltend. Scheiden meist längsgestreift. Zellen 15 μ breit, $^1/_2$—$^1/_5$mal so lang als breit. — An Wassermoosen.
   var. *obscura* Hansg. — Lager büschelig, schmutzig blaugrün bis stahlblau oder fast schwarz. Zellen 14—15 μ breit. — In Bergbächen an Wassermoosen.
4. **Hydrocoleus heterotrichus** Kütz. (Fig. 553). — Fäden zu schwarzen, bis 5 mm hohen Büscheln vereinigt, sperrig verzweigt, manchmal mit Kalk inkrustiert. Scheiden etwas schleimig, außen uneben, am Ende zugespitzt, mehrere Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, 16—19 μ breit, 3,4—4,5 μ lang, schmutziggrün. Endzelle schwach kopfig, rundlich abgestutzt. — In stehenden und fließenden Gewässern.
5. **Hydrocoleus Lauterbachii** Hieron. et Schmidle — Lager *Phormidium*-artig, getrocknet fast schwarz. Fäden steif, gerade, 32 μ breit. Scheiden eng, in den älteren Teilen bis 4 μ dick, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, meist nur 1, seltener 2—3 Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, ca. 28 μ breit, sehr kurz. Endzelle nicht verjüngt und nicht kopfig, abgerundet. — In langsam fließendem Wasser in Kaiser-Wilhelms-Land.
6. **Hydrocoleus Brébissonii** Kütz. (Fig. 554). — Fäden gerade, zu schwarzvioletten Büscheln vereinigt. Scheiden im unteren Teil ziemlich weit und geschichtet, im oberen Teil eng, 1 oder mehrere Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden oft granuliert, nicht eingeschnürt, 8—10 μ breit, 2,4—5 μ lang, rötlich-stahlblau oder bräunlich. Endzelle kopfig, kurz kegelig, mit Kalyptra. — In Quellen und Bächen.
7. **Hydrocoleus Ravenelii** Wolle — Lager rotbraun, ausgebreitet. Trichome bis 12 μ breit, zu 1—3 in einer Scheide, gerade oder leicht gekrümmt, blau- oder braungrün. Zellen $^1/_2$—$^1/_3$mal so lang als breit. Scheiden eng, farblos oder lebhaft gelbbraun, außen eben, 20—25 μ weit. Endzelle kegelig. — In stehendem Wasser.
8. **Hydrocoleus oligotrichus** A. Br. — Lager polsterförmig, verkalkt, hart, graubraun. Fäden zu aufrechten Büscheln vereinigt. Scheiden dick, außen uneben, geschichtet, fast zerfließend. Trichome gelbgrün (immer?), bis zu sechs in einer Scheide. Zellen 3—9 μ lang. Endzelle deutlich kopfig, zusammengedrückt kegelig. Enden der Trichome lang verjüngt. — In Wasserfällen.

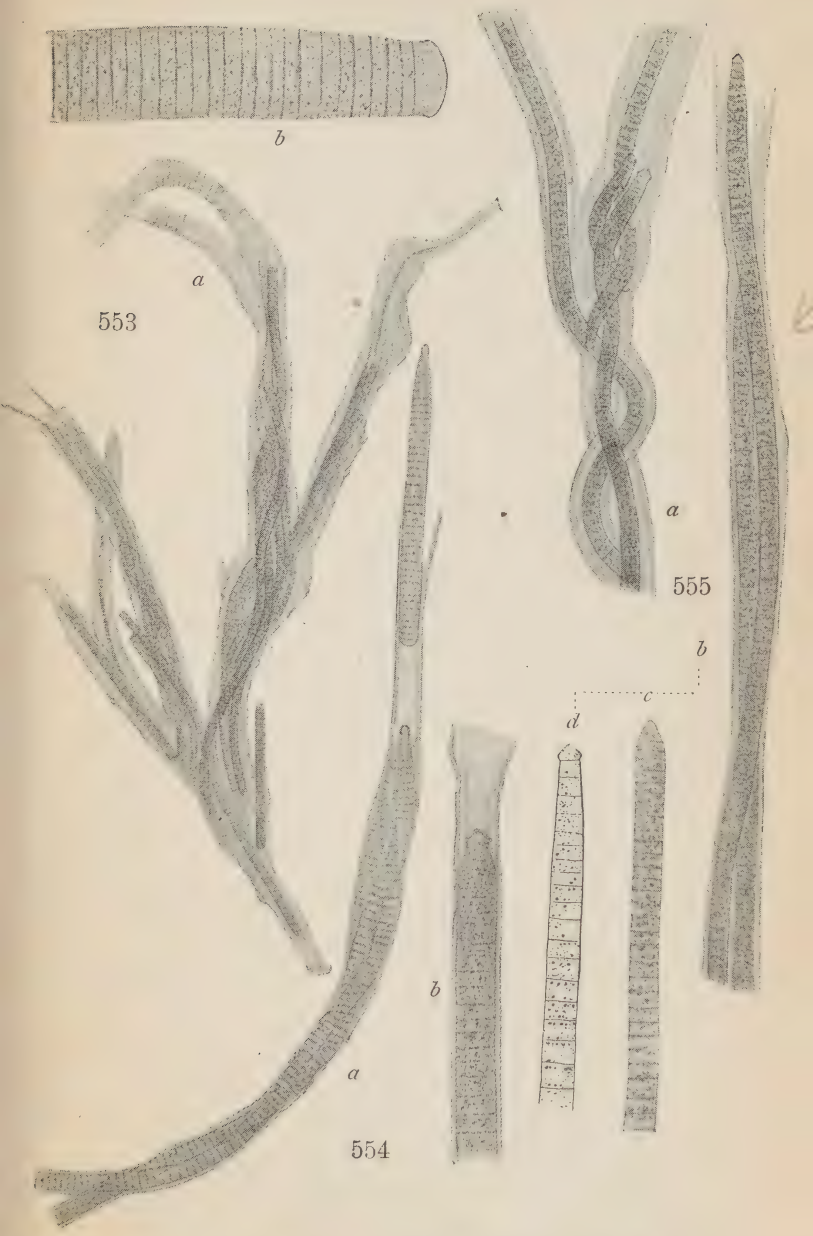


Fig. 553—555. 553 *Hydrocoleus heterotrichus.* 554 *H. Brebissonii.* 555 *H. homoeotrichus* (553 *b*, 554 *b*, 555 *c*, *d* ca. 570×; 553 *a* ca. 60×; 554 *a* ca. 260×; 555 *a*, *b* ca. 370×; nach Gomont).

9. **Hydrocoleus homoeotrichus** Kütz. (Fig. 555). — Fäden wenig verzweigt, vielfach gekrümmt, zu flutenden, schwärzlich stahlblauen oder braunschwarzen Büscheln vereinigt. Scheiden geschichtet, außen uneben, am Ende zugespitzt, mehrere Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden oft granuliert, nicht eingeschnürt, 6—8 μ breit, 4—5,5 μ lang, blaugrün oder stahlblau. Endzelle kurz kegelig, mit Kalyptra. — In schnell fließenden Gewässern.
10. **Hydrocoleus turfosus** Woronich. — Fäden einzeln, gewunden, 28—50 μ breit, bis 2 mm lang, an den Enden verjüngt. Scheiden farblos, mit transversalen tiefen Einschnürungen, im Alter fast zerfließend, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, 1—2, selten bis 3 Trichome enthaltend. Zellen fast quadratisch oder etwas länger als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 6—6,3 μ breit; Endzelle lang, kegelig, bis 12 μ lang. — Zwischen *Sphagnum* im Kaukasus.

Microcoleus Desm.

Trichome zu vielen in einer schleimigen Scheide, ohne haubenartig verdickte Endzellen. Fäden häufig miteinander verklebt oder einzeln, manchmal verzweigt.

Die Arten leben in stehenden oder fließenden Gewässern, nur *M. paludosus* und *M. vaginatus* auf feuchter Erde an verschmutzten Stellen. Im Gallertlager anderer Algen lebt *M. hospitus*, in heißen Quellen *M. Steenstrupii* und *M. sociatus*.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Erdbewohner.
  1. Endzelle kopfig. **M. vaginatus** 1.
  2. Endzelle nicht kopfig. **M. paludosus** 10.

II. Wasserbewohner.
  1. Trichome bis 2 μ breit.
    A. Trichome 0,7—1,5 μ breit, im Gallertlager anderer Algen. **M. hospitus** 2.
    B. Trichome 1,5—2 μ breit, freilebend. **M. delicatulus** 3.
  2. Trichome breiter.
    A. Zellen an den Querwänden eingeschnürt.
      a) Trichome 2,7—3 μ breit. **M. sociatus** 4.
      b) Trichome breiter.
        α) Trichome 3—5 μ breit.
          * Scheiden durch Chlorzinkjod blau gefärbt. **M. Steenstrupii** 5.
          ** Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. **M. lacustris** 6.
        β) Trichome 2,5—6 μ breit. **M. chthonoplastes** 7.
        γ) Trichome 6—10 μ breit. **M. subtorulosus** 8.
    B. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt.
      a) Trichome 3—5 μ breit.
        α) Endzelle kegelig. **M. Steenstrupii** 5.
        β) Endzelle abgerundet. **M. Lauterbachii** 9.
      b) Trichome 5—7 μ breit. **M. paludosus** 10.

1. **Microcoleus vaginatus** (Vauch.) Gom. (Fig. 558). — Fäden einzeln, kriechend, oder zu einem ± grünlichen schwarzen Lager vereinigt, gewunden, manchmal verzweigt. Scheiden farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, viele, oft tauartig umeinander gewickelte, am Ende verjüngte Trichome enthaltend. Zellen 3,5—7 μ breit, 3 bis 7 μ lang, an den Querwänden oft granuliert, nicht eingeschnürt, blaugrün oder schmutziggrün. Endzelle kopfig, flach kegelig, mit Kalyptra. — Auf feuchter Erde, oft an verschmutzten Stellen, manchmal vermischt mit anderen Algen, z. B. *Phormidium autumnale*.

   var. *Vaucheri* (Kütz.) Gom. — Zellen 4,4—6,6 μ breit, fast quadratisch, bis ½ mal so lang als breit. — Vorkommen wie bei der typischen Form.

   var. *monticola* (Kütz.) Gom. — Zellen 3,5—4 μ breit, bis 2 mal so lang als breit. — Auf feuchter Erde, manchmal auch auf Salzboden, selten submers.

2. **Microcoleus hospitus** Hansg. — Fäden im Lager anderer Algen, 6 bis 10 μ breit. Trichome zu 2—8—16, selten einzeln oder zu mehr als 16 in einer Scheide, 0,7—1,5 μ breit, an den Enden verjüngt. Zellen 1—2½ mal so lang als breit, sehr blaß blaugrün. — Im Lager von *Rivularia rufescens* und *R. haematites*.

   Die Art kommt auch marin (in *Rivularia atra*) vor.

3. **Microcoleus delicatulus** W. et G. S. West — Fäden einzeln, nicht verzweigt, bis 45 μ breit. Scheiden schleimig, farblos, viele Trichome enthaltend. Zellen 1,5—2 μ breit, etwas länger als breit. Endzelle abgerundet. — In stehenden Gewässern zwischen anderen Algen.

4. **Microcoleus sociatus** W. et G. S. West (Fig. 556). — Fäden einzeln, nicht verzweigt, lang, hin- und hergebogen, 54—65 μ breit. Scheiden fest, farblos, am Ende offen, 9—13 oder mehr Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, nicht granuliert, 2,7—3 μ breit, 2—3 mal so

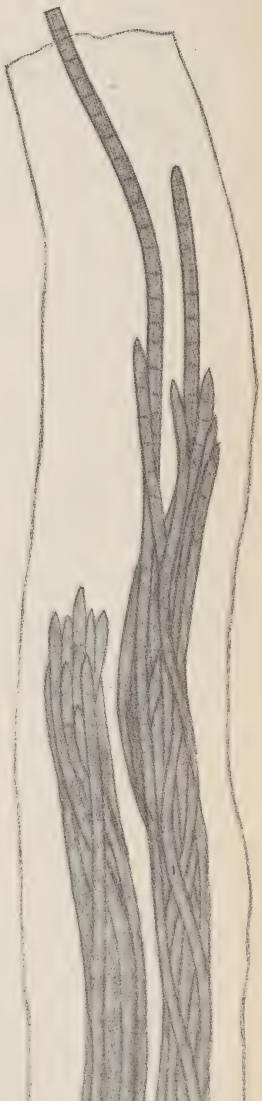


Fig. 556.
Microcoleus sociatus
(585×, nach Stroem).

redraw 5609
Cut shows only one
bundle

X2

lang als breit, zylindrisch. Endzelle spitz kegelig. — In Sümpfen; auch in heißen Schwefelquellen.

5. **Microcoleus Steenstrupii** Boye P. (Fig. 560). — Fäden 30—65 μ breit, unverzweigt, oder wenig verzweigt. Scheiden deutlich, farblos, kaum geschichtet, bis 20 μ breit, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, viele Trichome enthaltend. Trichome oft tauförmig umeinander gewickelt. Zellen 3—5 μ breit, 3—8 μ lang, getrocknet schwach eingeschnürt. Endzelle lang kegelig, nicht kopfig, ohne Kalyptra, bis 13 μ lang. — In heißen Quellen auf Island.

557 558 559

Fig. 557—559.

557 *Microcoleus subtorulosus.* 558 *M. vaginatus.* 559 *M. paludosus* (580×, nach Gomont).

6. **Microcoleus lacustris** (Rabh.) Farlow — Lager schwarz-blaugrün. Fäden vielfach gekrümmt, selten verzweigt. Scheiden farblos, schleimig, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, zahlreiche Trichome enthaltend. Zellen zylindrisch, an den Querwänden nicht granuliert, deutlich eingeschnürt, 4—5 μ breit, 6—12 μ lang, lebhaft blaugrün. Endzelle ± abgerundet, stumpf oder ziemlich spitz kegelig, nicht kopfig. — In stehendem Wasser auf Schlamm.

7. **Microcoleus chthonoplastes** (Fl. Dan.) Thur. — Fäden einzeln oder ein schmutzig- bis schwarzgrünes, ausgebreitetes, geschichtetes Lager bildend, gewunden, selten verzweigt. Scheiden zerfließend, außen uneben, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, sehr viele Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden eingeschnürt, 2,5—6 μ breit, 1—2 mal so lang als breit, blaugrün, 3,6—10 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle nicht kopfig, spitz kegelig. — In salzhaltigem Wasser.

Die Art ist auch als Hauptbestandteil eines sogenannten Meteorpapiers in nicht salzigem Donauwasser bei Wien gefunden worden.

8. **Microcoleus subtorulosus** (Bréb.) Gom. (Fig. 557). — Lager stahlblau, auf Schlamm ausgebreitet oder Wasserpflanzen überziehend. Scheiden stark schleimig, durch Chlorzinkjod blau gefärbt, viele gerade, am Ende allmählich verjüngte Trichome enthaltend. Zellen 6—10 μ breit, 5—10 μ lang, manchmal schwach tonnenförmig, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, blaugrün. Endzelle nicht kopfig, kegelig oder zylindrisch-kegelig. — In fließenden oder stehenden Gewässern auf Schlamm, Wasserpflanzen u. dgl.
9. **Microcoleus Lauterbachii** Schmidle — Fäden 4—5 mm lang, bis 60 μ breit, unverzweigt. Scheide sehr dick, ± zer-

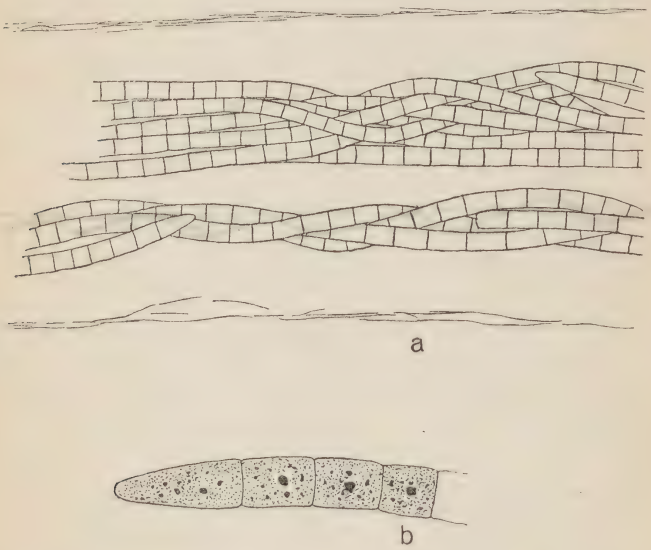


Fig. 560. *Microcoleus Steenstrupii* (*a* 600×, *b* 1200×, nach Boye P.).

fließend, außen uneben, 6—18 dicht verflochtene Trichome enthaltend. Zellen 3—4 μ breit, bis 2 mal so lang als breit, viereckig (an den Querwänden nicht eingeschnürt?), blaugrün. Endzelle nicht verjüngt, breit abgerundet. — In stehendem Wasser in Papuasien.
10. **Microcoleus paludosus** (Kütz.) Gom. (Fig. 559). — Fäden einzeln oder zu einem schwarz-blaugrünen Lager vereinigt, unverzweigt oder manchmal am Ende geteilt. Scheiden stark schleimig, farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt, viele gerade oder tauartig umeinander gewickelte Trichome enthaltend. Zellen an den Querwänden nicht granuliert und nicht eingeschnürt, 5—7 μ breit, 4—13 μ lang, lebhaft blaugrün. Endzelle nicht kopfig, ziemlich spitz kegelig. — In stehenden Gewässern, an feuchten Felsen, auf feuchter Erde.

Nachtrag zu den Cyanophyceen.

Hier sind eine Reihe von Arten aufgenommen, die während des Druckes dieses Bändchens in verschiedenen Arbeiten beschrieben wurden.

Von diesen Arbeiten sind zwei besonders erwähnenswert.

Es handelt sich einmal um die Untersuchungen von Molisch[1]) über das in Lebermoosen wachsende *Nostoc*. Das wichtigste Ergebnis liegt in dem Nachweis, daß die Alge freien Stickstoff aus der Luft zu assimilieren vermag. Dies geht klar aus der Möglichkeit, die Alge in N-freier Nährlösung zu ziehen, hervor. Noch ungeklärt ist das Zusammenwirken der Alge mit dem Lebermoos. *Nostoc* läßt sich leicht außerhalb des Mooses ziehen. Ob das Moos ohne Alge leben kann, ist ungewiß, da die Moose nicht von der Alge gereinigt werden konnten. Es ist daher noch unbewiesen, daß ein symbiontisches Verhältnis besteht (etwa in der Art, daß die Alge ihre Assimilate an das Lebermoos abgibt). Auffallenderweise sind die Zellhaufen des *Nostoc* von eigenartigen haarartigen Zellen des Mooses durchsetzt; man könnte sie als die Nährstoffe der Alge aufnehmende Organe deuten. Doch ist das nur eine Hypothese, so daß man vorläufig noch an der Anschauung festhalten kann, daß es sich um einen bloßen Raumparasitismus handelt.

Eine zweite wichtige Arbeit stellen die von K. M. Ström herausgegebenen Notizen Willes zur Systematik der *Chroococcaceen*[2]) dar. Es handelt sich um genaue Beschreibungen der einzelnen Arten an Hand von Originalexemplaren[3]). Alle besprochenen Arten sind durch gute Abbildungen erläutert. Ziemlich vollständig sind die Gattungen *Chroococcus* und *Gloeocapsa* bearbeitet, die übrigen blieben fragmentarisch. Hier kann nur auf die in der vorliegenden Bearbeitung nicht aufgenommenen oder bisher schlecht beschriebenen Arten eingegangen werden.

Die im Nachtrag behandelten neuen Formen sind innerhalb der beiden Reihen Chroocacceae und Hormogoneae nach Gattungen, doch nicht nach Arten alphabetisch aufgeführt.

---

1) Molisch, H., Botan. Beob. in Japan. IX. Mitt. Über die Symbiose der beiden Lebermoose *Blasia pusilla* L. und *Cavicularia densa* St. mit *Nostoc*. Sci. Reports Tohoku Imp. Univ. Fourth Ser., Biol. Sendai, I, 2.

2) Wille, N., Vorarbeiten zu einer Monographie der Chroococcaceen. Nyt. Magazin for Naturvid. Bd. LXII, 1924, Oslo 1925.

3) Es ist aber zu beachten, daß die Untersuchungen an Hand von getrocknetem, zum Teil sehr altem Material vorgenommen wurden, so daß vielleicht nicht alle Angaben richtig sind.

Chroococceae.

Aphanocapsa flava (Kütz.) Rabh. — Ist zu streichen. Es handelt sich in der Originalprobe um gar keine Blaualge, sondern um tierische Zellen. Es scheint aber eine Blaualge, auf die die gleiche Diagnose paßt, wirklich zu geben, da Hansgirg mehrmals eine *Aphanocapsa flava* in seinen Florenlisten erwähnt und wohl kaum tierische Zellen für Blaualgen gehalten haben dürfte.

Aphanocapsa endolithica Ercegović — Lager von unbestimmter Gestalt, endolithisch. Zellen sehr dicht gelagert, polygonal abgeplattet, 0,8—3 μ breit, blaugrün, zu Familien, die bis 40 und mehr μ groß sind, vereinigt. — An Felsen in Kroatien. Dringt bis 3 mm tief in das Gestein ein.

var. *violascens* Ercegović. — Protoplast violett. — An Felsen in Kroatien.

Aphanothece prasina A. Br.

f. *minor* Wille. — Zellen 3—4 μ breit. — Auf den Kerguelen.

Chroococcus Alpinus Schmidle — Zellen meistens rundlich-oval, eiförmig oder etwas eckig, selten kugelig, meistens vereinzelt, selten zu zweien (Teilungsstadium). Hülle dünn und fest, ohne Schichtung, meist tiefbraun, selten heller. Das Lager ist frisch bläulich-schwarz, getrocknet bräunlich violett. Länge der Zellen 10—14 μ, Breite 9—11 μ, kugelige Zellen 12 μ im Durchmesser. — Auf Kalk und Tuff am Kolbitzeck, Kreuzeckgruppe.

Chr. aurantio-fuscus (Kütz.) Rabh. — Der Diagnose ist beizufügen: Zellen einzeln oder zu 2—4 in Familien.

Chr. bituminosus (Bory) Hansg. — Der Diagnose ist hinzuzufügen: Zellen einzeln oder zu 2—4, selten zu 8, wenn zu 4 oft tetraëdrisch angeordnet, 2—5 μ groß.

Chr. caldariorum Hansg. — Der Diagnose ist beizufügen: Zellen einzeln, oft zu 2—4, häuten sich nach der Teilung und werden dann einzeln kugelig.

Chr. cohaerens (Bréb.) Näg. — Der Diagnose ist beizufügen: Zellen einzeln oder zu 2—8 in Familien vereinigt, die oft flächenförmig zusammenhängen; Hülle dünn.

Chr. crassus (Kütz.) Näg. — Lager gelatinös, trocken olivengrün. Zellen einzeln oder zu 2—4, oft tetraëdrisch, in einer Schleimmasse dicht beisammen liegend. Hüllen dünn. Durchmesser des einzelnen Protoplasten 6—8 μ. In Kolonien hat der Protoplast eine Breite von 3—4 μ bei einer Länge von 5—8 μ. — An Felsen und Mauern.

Chr. Helveticus Näg. — Lager schleimig gelatinös. Zellen kugelig, 4—7,5 (selten 9) μ groß, einzeln oder zu 2—8, mit dünner, farbloser Hülle, blaßblau bis gelblichgrün. — In Seen und an feuchten Felsen.

f. *maior* Lagerh. — Zellen größer (wie groß?). — Bei Tromsö in Norwegen. — Fragliche Form.

Chr. Kerguelensis Wille. — Zellen oval, zu 2—4 in Familien vereinigt, ohne Hülle 3—4 μ breit, 4,2—5 μ lang. Hülle farblos, dick, deutlich geschichtet. — In einem See auf den Kerguellen.

Chr. minor (Kütz.) Näg. — Statt: „mit weiter, . . . Hülle" hat es zu heißen: mit enger, . . . Hülle.

Chr. minutus (Kütz.) Näg. — Die Größenangaben sind in folgender Weise zu korrigieren: Zellen ohne Hülle 4—10 μ, mit Hülle 6—15 μ groß.

Chr. pallidus Näg. — Die Größenangaben sind in folgender Weise zu korrigieren: Zellen ohne Hülle 5—11 μ, mit Hülle 7 bis 13 μ groß.

Chr. Simmeri Schmidle — Lager schwarz, pulverig-krustenförmig, ausgebreitet. Zellen rundlich, 10—12 μ groß, oder oval und 8—12 μ breit, oft zu 2—4—8—16 in kleinen rundlichen Familien beisammen. Teilung kreuzweise. Hülle dünn, tiefrotbraun, beinahe undurchsichtig. Protoplast anfangs blaugrün, später rotbraun (?). — Die Alge bildet schwarze Flecken auf altem Lärchenholz in Kärnten in 1200 m Höhe. Die Hüllen sind nicht ineinandergeschachtelt.

Chr. turgidus (Kütz.) Näg. var. *subnudus* Hansg. — Zellen kugelig oder ellipsoidisch. Protoplast 14—21 μ groß. Hülle dünn, geschichtet. Zellinhalt ziegelfarbig. Kolonien meist 2zellig — Wille meint, daß es sich wahrscheinlich um eine eigene Art handelt.

Chr. decorticans A. Br. ist zu *Gloeocapsa* zu stellen (siehe unten).

Chr. lithophilus Ercegović — Lager meist von unbestimmter Ausdehnung, mit andern Algen vermischt. Zellen kugelig, ohne Hülle 5—15, mit Hülle 7—17 μ breit, blaugrün, einzeln oder zu zweien, seltener zu 3—4. Hülle fest, dünn, ungeschichtet, farblos oder gelbbraun. — An feuchten Felsen in Kroatien, epilithisch oder endolithisch, bis 2 mm in das Gestein eindringend.

Chr. spelaeus Ercegović — Lager gestaltlos. Zellen kugelig, nach der Teilung halbkugelig, ohne Hülle 15—30, meist 16—24, mit Hülle 27—40 μ breit, zu 2—4. Hülle 5—6 μ dick, farblos, zerfließend. Protoplast hellblau, hellviolett oder hellolivengrün. — Zusammen mit anderen Algen an Felsen in Kroatien.

Gloeocapsa aurata Stiz. — Lager olivenbraun (Mischung von Algen), dünn, schleimig. Zellen rundlich, 2—4—5 μ groß, meist zu 2, selten bis zu 4 in ovalen oder rundlichen, gelblichen Familien, die Haufen bilden, beisammen. Hüllen gummiguttgelb, meist von einer dunkleren Schicht durchsetzt. Inhalt gelblich blaugrün. — Auf feuchtem Holz.

Gl. calcarea Tilden — Der Diagnose ist beizufügen: Zellen einzeln oder zu 2, meist zu 4, selten zu 16 beisammen, mit Hülle 11—12 μ groß; Hüllen mäßig dick, kaum geschichtet.

Gl. decorticans (A. Br.) P. Richt. (= *Chroococcus decorticans* A. Br.). — Zellen rundlich oder etwas oval, einzeln oder zu 2—4, mit Hülle 21×19 μ, ohne Hülle 8×6 μ groß, blaugrün. Hülle farblos, dick, mit deutlich ineinander geschachtelten Schichten.

Gl. didyma Kütz. — Lager gelatinös, dunkelbläulich. Zellen ohne Hülle 1,5—3 μ groß, meist zu 2 in ovalen Familien, selten zu 4 bis mehreren. Schichtung manchmal um je 2 Zellen sichtbar, manchmal auch fehlend. Hülle farblos. — Auf sandiger Erde.

Gl. fenestralis Kütz. — Der Diagnose ist hinzuzufügen: Hülle sehr dick, Schichten frühzeitig ganz zerfließend.

Gl. Juliana (Menegh.) Kütz. — Lager schleimig, dünn, blaugrün. Zellen rund, mit Hülle 4,5—7 μ, ohne Hülle 2—3 μ groß, selten einzeln, meist zu 2—4 in Familien, die wieder zu größeren Familien vereinigt sind, beisammen. Zellinhalt blaß blaugrün. Hülle oval, geschichtet, bläulich.

Gl. lignicola Rabh. — Lager krustig, schwarz. Zellen mit Hülle 6 μ, ohne Hülle 3 μ groß, meist 2—4, selten zu mehreren von einer farblosen oder etwas bläulichen, ungeschichteten, mäßig dicken Hülle umgeben. Zellinhalt blaugrün. — Auf der Rinde von *Populus tremulus*.

Gl. Paroliniana Kütz. — Lager gelatinös, trocken knorpelig, weit ausgebreitet, bis 2 mm dick, rötlich oder gelblich, trocken bräunlich. Zellen 4—6 μ groß, mit weit abstehenden, farblosen, geschichteten Hüllen, gelblich blaugrün. Zellen einzeln oder zu 2—4 (—8) in Familien, die oft zu mehreren aneinander schließen und eine zusammenhängende Schichte bilden. — An feuchten Felsen und in Warmhäusern.

Gl. purpurea Kütz. ist nach der Meinung Willes vielleicht gar keine Blaualge, sondern eine „rote Kugelbakterie".

Gl. rupestris Kütz. — Die Art bildet Dauerzellen mit derber, dünner, braunschwarzer Membran.

Gl. rupicola Kütz. — Die Diagnose hat zu lauten: Lager rotbraun, krümelig oder krustenförmig. Zellen dicht gedrängt, ohne Hülle 2—3 μ, mit Hülle 4—6 μ groß, zu 2—4 oder mehreren in Familien, die dann zu vielen dicht beisammen liegen. Hüllen sehr dünn, undeutlich geschichtet, die inneren dunkelbraun, fast undurchsichtig, die äußeren oft nur schwach rötlich, die Außenhülle, die viele kleine Familien umgeben kann, meist farblos und zerfließend. Zellinhalt blaß blaugrün. —

Die bisher angegebene rote Färbung des Zellinhalts beruht auf einer Täuschung, die durch die rote Färbung der Hüllen hervorgerufen wird. Von *Gl. sanguinea* unterscheidet sich die Art durch die dicht gedrängt liegenden Zellen und die dünnen Hüllen.

Gl. Shuttleworthiana Kütz. — Die Diagnose lautet vollständig: Lager kompakt, gelatinös, dunkelrotbraun. Zellen kugelig, einzeln oder meist zu 2—4 oder 8 in weit abstehenden, rundlichen oder ovalen Hüllen, ohne Hüllen 6—8 μ groß. Die einzelnen Familien sind oft in größeren, gesprengten Außenhüllen vereinigt. Durchmesser zusammengesetzter Kolonien 65 μ. Zellen mit einer inneren dünnen, braunroten Membranlamelle. Die äußere dicke, ungeschichtete Hülle ist beinahe farblos oder schwach rötlich bis auf die äußersten, teilweise zersprengten Schichten, die tief braunrot gefärbt sind.

Wille beobachtete einen braunroten Zellinhalt. Es handelt sich wohl um eine Veränderung der getrockneten Zellen oder um eine durch die „innere, dünne, braunrote Membranlamelle" hervorgerufene Täuschung.

Gl. biformis Ercegović — Lager schleimig, krustenförmig oder gelatinös, farblos oder schwarzbraun. Zellen ohne Hülle 0,8—3, mit Hülle 3,5—7 μ breit, blaugrün, zu 2—16—20

oder mehr in Familien, die bis 30 μ breit sind, vereinigt. Hüllen dick, farblos und oft zerfließend oder gelb bis braun. — An Felsen.

f. *punctata* (Näg.) Ercegović (= *Gloeocapsa punctata* Näg.). Hüllen farblos. — An Felsen.

f. *dermoctroa* (Näg.) Ercegović (= *Gloeocapsa dermochroa* Näg.). Hüllen gelb bis braun. — An Felsen.

Gl. lacustris G. Huber steht *Gl. magma* sehr nahe, unterscheidet sich von ihr aber durch die ungeschichteten Hüllen und das submerse Vorkommen.

Gl. squamulosa Bréb. — Lager krustenförmig, bräunlichschwarz, etwas schleimig. Zellen rundlich oder oval, ohne Hülle 1,75—3 μ groß, zu 2—4 in Familien vereinigt. Hüllen sehr dick, undeutlich geschichtet, die Schichten manchmal ganz zerfließend. Zellinhalt blaß blaugrün oder gelblich. — Bei Falaise (Frankreich), in Schlesien und auf Schnee in Schweden.

Gl. versicolor Näg. — Lager krustenförmig, schwarz. Zellen kugelig, ohne Hüllen 2—3 μ (nach Kützing 3,7—7,5 μ), mit Hülle 8 μ (nach Kützing 7,5 - 23 μ) groß, selten einzeln, oder zu 2, meist zu vielen paarig in rundlichen oder eckigen Hüllen liegend. Hüllen fast undurchsichtig schwarz, nur die äußeren Schichten heller. Je 2 Zellen von Spezialhüllen umgeben, manchmal auch 4 oder 8 in einer gemeinsamen Hülle. Zellinhalt bläulichgrün. Zwichen den schwarz gefärbten Individuen kommen auch kleine, paarig angeordnete vor, deren Hüllen blaßgelblich gefärbt sind. — Meist auf Baumrinden.

Lithocapsa Ercegović mit der einzigen Art **L. fasciculata** ist mit *Chlorogloea microcystoides* (S. 122) identisch.

Microcystis Kerguelensis Wille. — Zellen rundlich bis schwach oval, zu 2 - 4—∞ in rundlichen, undeutlich begrenzten Schleimhüllen. Zellen ohne Hülle 3—5 μ breit, 5 - 8 μ lang, blaugrün. — Antarktis.

Pseudocapsa Ercegović mit der einzigen Art **Ps. dubia** Ercegović ist ganz ungenau beschrieben und abgebildet. Entweder handelt es sich um *Xenococcus Kerneri* oder um eine extreme *Gloeocapsa*-Art.

Synechococcus Kerguelensis Wille — Zellen oval, ohne Schleimhülle, innen von einem dickeren Netzwerk durchsetzt, 15—16 μ lang, 10 μ breit. — Auf den Kerguelen.

Eine fragliche Form. Wille meint, daß sie vielleicht mit dem Schwefelbakterium *Hillhausia mirabilis* (*Achromatium oxaliferum* identisch ist.

Synechocystis Pevalekii Ercegović — Zellen kugelig, nach der Teilung halbkugelig, 2,5 — 3,5 μ breit, einzeln oder zu zweien einander genähert, blaugrün. — Im Schleim epilithischer Algen an Felsen in Kroatien.

Hormogeneae.

Anabaena spiroides var. *minor* Utermöhl ist eine Form, die wegen der konstanten Lage der Dauerzellen an beiden Seiten der Heterocysten nicht zu *A. spiroides* gestellt werden kann. Ich habe die Form am gleichen Standort wie Utermöhl gefunden und betrachte sie als eigene Art:

Anabaena Utermöhli (Ut.) Geitler — Trichome einzeln, freischwimmend, meist regelmäßig, manchmal unregelmäßig spiralig gewunden. Windungen 17—30 (meist etwa 25) μ weit und bis 40 (meist 27—37) μ hoch, manchmal so flach, daß die Windungen sich fast berühren. Zahl der Windungen durchschnittlich 4—5. Zellen mit Pseudovakuolen, länglich, 4—6,5 μ lang, 4—4,5 μ breit. Heterocysten etwas länglich, 4,7—5,7 μ lang, 4—4,5 μ breit. Dauerzellen zylindrisch-gekrümmt, an den Enden abgerundet, je eine zu beiden Seiten der Heterocysten, 19—20 μ lang, 7—8 μ breit, mit glatter, farbloser (auch im ganz reifen Zustand?) Außenschicht. Oft liegen mehrere (bis 5) Gruppen von Heterocysten und Dauerzellen in einem Faden. — Im humusreichen, kleinen Ukleisee (Ostholstein), zeitweise eine schwache Wasserblüte bildend.

Anabaena affinis Lemm.
var. *intermedia* Griffiths — Zellen 8—10 μ breit, Heterocysten 8—10 μ breit, Dauerzellen 12—16 μ breit, 17—26 μ lang, sonst wie die typische Form. — Planktonisch in Seen Englands.

Aulosira minor Wille — Zellen rund bis oval, 3 μ breit. Heterocysten oval, 4,3 μ breit, 5,5 μ lang. Dauerzellen unbekannt. Scheide fest, eng, 4,3 μ breit. — In einem Tümpel auf den Kerguelen.

Borzia Susedana Ercegović — Lager von unregelmäßiger Gestalt. Trichome kurz, meist 4-, seltener 5—6zellig, nach zwei (oder drei?) Raumrichtungen angeordnet. Zellen ca. 3,5 μ breit, blaugrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt, ungefähr so lang wie breit, mit homogenem Inhalt. Zusammen mit Kalkkrusten bildenden Algen an Felsen in Kroatien.

Calothrix Elenkinii Kossinsk. — Fäden 80—250 μ lang, zu einem nabelschnurartigen, $^1/_4$—1 mm langen, gewundenen Strang vereinigt, an der Basis zwiebelartig angeschwollen und 6—9 μ breit, in der Mitte 4,5—6 μ breit. Scheide dünn, nicht geschichtet, außer an der Basis überall gleich breit, am Ende geöffnet, viel länger als die Trichome. Trichome blau- oder olivengrün, an der Basis 5—7 μ, in der Mitte 3,5—4,5 μ breit, an den Enden plötzlich verjüngt, nicht in ein langes Haar ausgehend. Zellen meist fast quadratisch oder etwas kürzer als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Heterocysten basal, einzeln, halbkugelig, 4,5—7 μ breit. — In einem Aquarium, das mit Wasser aus der Newa angefüllt war, in Rußland.

Calothrix parva Ercegović — Lager von unbestimmter Gestalt, vermischt mit anderen Algen. Fäden selten radiär ausstrahlend, meist mit anderen Algen vermischt, nie verzweigt, an der Basis angeschwollen und 9—13 μ breit, in der Mitte 7—9 μ breit, sehr kurz, 60—80 μ lang. Scheiden fest, eng, dünn, kaum geschichtet, gelbgrün oder gelbbraun. Trichome an der Basis 7—8 μ, in der Mitte 6,2—6,8 μ breit, an den Querwänden nicht oder kaum eingeschnürt, in ein kurzes Haar endigend. Zellen in der Mitte des Haares $^1/_3$—$^1/_4$ kürzer als breit. Heterocysten einzeln, basal, kugelig oder halbkugelig, in der Scheide eingeschlossen, 6—9 μ breit. — An feuchten Felsen in Kroatien.

Calothrix scytonemicola Tilden var. *Brasiliensis* Borge — Trichome 7,5—8,5 μ breit, an den Querwänden deutlich eingeschnürt.

Zellen so lang wie breit oder bis fast 2mal so lang als breit. Heterocysten einzeln, kugelig, 10—12,5 μ breit. — Zusammen mit *Utricularia oligosperma* in Brasilien.

Die Form unterscheidet sich von der typischen Art hauptsächlich durch die Breite der Heterocysten.

Croatella Ercegović

Fäden von einem gemeinsamen Zentrum ausstrahlend oder einzeln zwischen anderen Algen. Trichome alter Exemplare an der Basis sehr stark verjüngt, am Ende scheinverzweigt, mit dicken, oft zerfließenden Scheiden. Heterocysten einzeln, basal. Hormogonien?

Einzige Art:

Croatella lithophila Ercegović — Lager krustenförmig; Fäden bis 500 μ lang, am oberen Ende bis 35 μ breit. Trichome am Ende 2—$3^1/_2$mal breiter als in der Mitte, an der Basis 2 μ, am Ende bis 8 μ breit. Scheiden braun, geschichtet oder homogen, oft zerfließend. Heterocysten 6—9 μ breit. — An feuchten Felsen in Kroatien. — Steht wohl *Leptobasis* nahe.

Cylindrospermum Bengalense Biswas — Lager ausgebreitet, blaugrün, häutig. Trichome 3—4 μ breit, gewunden, lang, verflochten. Zellen meist rechteckig, 3—8 μ lang, blaugrün. Heterocysten 6—8 μ lang, 3—4 μ breit. Dauerzellen ellipsoidisch oder lang ellipsoidisch, 12—21 μ lang, 6—10 μ breit, mit glatter, farbloser Außenschicht. — Auf feuchter Erde in Indien.

Dichothrix austrogeorgica Carlson. — Fäden zu 5 mm hohen Büscheln vereinigt, mit angepreßten, an der Basis in der Scheide des Hauptfadens eingeschlossenen Seitenzweigen. Trichome blaßgrün oder bläulich, meist 8—9 μ breit, allmählich in ein Haar ausgehend, an den Querwänden eingeschnürt. Zellen etwas kürzer oder länger als breit. Heterocysten basal, einzeln oder meist zu 2—3(—4), manchmal auch interkalar, fast kugelig oder länglich. Scheide dick, geschichtet, außen zerfasert, gelb, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. — Südgeorgien.

Lithococcus Ercegović

Thallus fadenförmig, wiederholt verzweigt, endolithisch. Zellen oval, selten kugelig, in jungen „Ästen" in einer Reihe, in älteren „Ästen" vielreihig und unregelmäßig angeordnet.

Einzige Art:

Lithococcus ramosus Ercegović — Zellen 0,8—2,2 μ breit, lebhaft blaugrün. Hüllen farblos, oft kaum sichtbar. — An Felsen in Kroatien.

Lyngbya connectens Brühl et Biswas — Lager ausgebreitet, einheitlich, dünn, ca. 1 mm dick, trocken oft glänzend, schwarzblaugrün. Trichome gerade oder fast gerade, parallel, in der Jugend unbescheidet, im Alter mit ± brauner Scheide, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 12—17 μ breit, am Ende kaum verjüngt und meist abgerundet, manchmal leicht verdickt. Scheide fest, 1,5 bis 2 μ dick, homogen oder seltener 2—3schichtig. Zellen 2—2,5 μ lang, ca. $^1/_6$mal so lang als breit, an den Querwänden granuliert, blaugrün. — Auf der Rinde von Ficus-Arten in Indien.

Lyngbya compressa Utermöhl aus dem Plankton ostholsteinischer Seen bedarf noch weiterer Untersuchung. Sie zeigt eine große Ähnlichkeit mit *Lyngbya Hieronymusii*, unterscheidet sich von ihr aber durch die geringere Breite der Zellen (6,5—7,5 μ). Als weiteren Unterschied erwähnt Utermöhl die wenigen, großen, zentral liegenden Pseudovakuolen, die bei *L. Hieronymusii* kleiner und an den Querwänden gelagert sein sollen. Diese Angabe beruht auf einer mißverstandenen Abbildung Lemmermans, auf der an den Querwänden gelagerte Ectoplasten dargestellt sind. — Einer mündlichen Mitteilung Utermöhls verdanke ich die Angabe, daß *L. compressa* keinen kreisrunden, sondern einen ovalen Querschnitt der Trichome besitzt. Diese Angabe, durch die *L. compressa* von allen anderen Oscillatoriaceen unterschieden wäre, bedarf noch der Nachprüfung. Die Form wäre übrigens besser zu *Oscillatoria* zu stellen, da ihr am natürlichen Standort eine Scheide immer fehlt. Nur in Kulturen wird eine anfangs dünne und feste, später dicke und ± verschleimende Scheide gebildet. Die Fähigkeit Scheiden zu bilden, besitzen auch andere *Oscillatoria*-Arten (ich erinnere an *Osc. Agardhii*).

Lyngbya aestuarii (West.) Liebm.

var. *arbustiva* Brühl et Biswas — Lager ausgebreitet, filzig, 1—10 mm dick, trocken braun, befeuchtet blaugrün. Fäden lang, gebogen, ± dicht verflochten, 20—28 μ breit. Scheide anfangs dünn, farblos, später braun, im Alter blaßbraun oder fast farblos, 2—5 μ dick, außen runzelig, mit 2—10 Schichten. Trichome 17 bis 18 μ breit, an den Querwänden nicht oder kaum eingeschnürt, am Ende abgerundet und weder verjüngt noch kopfig. Zellen 4 bis 6, selten 9 μ lang, blaß smaragdgrün, oft an den Querwänden granuliert. — Auf Baumrinden (*Ficus*, *Tectona* u. a.) in Indien.

Lyngbya arboricola Brühl et Biswas — Lager ± ausgebreitet, befeuchtet blaugrün, trocken gelb, filzig, unter 1 mm dick, in feuchter Luft kultiviert fast wollig, fellartig, bis 6 mm dick, aus lebenden Fäden und leeren Scheiden zusammengesetzt. Fäden fast gerade oder leicht gebogen und dicht verschlungen, lang, 18 bis 22 μ breit. Trichome an den Querwänden leicht, aber deutlich eingeschnürt, blaugrün, am Ende abgerundet. Scheide fest, 1,5 bis 2 μ breit, in der Jugend farblos, glatt und homogen, im Alter meist braun, oft zweischichtig und außen zart quergestreift. Zellen 16—21 μ breit, 5—6, seltener 6—10 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Hormogonien 2—20zellig. — Auf der Rinde von Bäumen (*Tamarix*, *Tectona*, *Mangifera* u. a.) in Indien.

Lyngbya dendrobia Brühl et Biswas — Lager ± ausgebreitet, fest, dünn, filzig, trocken braun oder schwarz, befeuchtet grau oder braun. Fäden lang, leicht gebogen, dicht verflochten, 10—11 μ breit. Scheide anfangs 1—1,5 μ breit, glatt, farblos, später meist farblos und ungeschichtet, selten braun und leicht geschichtet. Trichome an den Querwänden nicht oder undeutlich eingeschnürt, am Ende leicht verjüngt und abgerundet, 9—10 μ breit. Zellen 4—6 μ lang (4,5×10, 6×10, 4×10, 5×10 μ), gelb oder braun. — Auf der Rinde von Bäumen (*Tectona*, *Mangifera*, *Ficus*) in Indien.

f. *lurida* Brühl et Biswas — Zellen 10—12 μ breit, 6—8 μ lang. Scheide ca. 0,6 μ dick, farblos. Zellen grau-olivengrün, manchmal gelb oder purpurn. — Vorkommen wie bei der typischen Form.

Lyngbya corticola Brühl et Biswas — Lager dünn, filzig, braun oder gelb. Fäden leicht gebogen, ± verflochten, 12—16 μ breit. Scheide anfangs farblos, später braun, 2 μ breit, nicht oder kaum geschichtet, außen rauh. Trichome 8—12 μ breit, an den Querwänden leicht eingeschnürt, am Ende abgerundet. Zellen $^1/_2$ bis $^1/_3$mal so lang als breit, blaugrün, an den Querwänden nicht granuliert. — Auf der Rinde von *Terminalia* in Indien.

Lyngbya subtilis W. West
var. *granulosa* Brühl et Biswas — Fäden meist einzeln, 2—3 μ breit. Zellen oft 2mal so lang als breit, sehr fein granuliert; Scheide farblos. — Auf der Rinde von Bäumen in Indien.

Lyngbya calcifera Brühl et Biswas — Lager anfangs klein, rundlich, 1—2 mm im Durchmesser, später ausgebreitet, 0,5—2 mm dick, flechtenartig, trocken grau, befeuchtet ± schwarz. Fäden mit Kalk inkrustiert, ohne Kalkkruste ca. 8—10 μ breit. Kalkschichte 2—9 μ dick, weiß oder grau, rauh. Fäden ± gebogen, am Ende abgerundet. Scheide ca. 2 μ dick, oft 2—5schichtig, braun. Zellen ca. 4 μ breit, 6—10 μ lang, blaugrün, an den Querwänden nicht granuliert. — Auf Baumrinden und feuchten Mauern in Indien.

Lyngbya pseudospirulina Pascher nov. nom. (= *L. spirolinoides* Utermöhl, nicht *L. spirulinoides* Gomont). — Fäden lebhaft beweglich, gelbgrün, an den schlecht sichtbaren Querwänden nicht eingeschnürt, an den Enden abgerundet, mit *Spirulina* ähnlichen, 2,5—3 μ breiten, bis zu 18 μ voneinander entfernten Windungen. In der Mitte der Zellen eine große, manchmal zerklüftete, stark glänzende Pseudovakuole. Zellen 2,5—3,5 μ breit, 3—5 μ lang. Scheide deutlich oder ± verquollen, oft fehlend. — Planktonisch in ostholsteinischen Seen.

Microcoleus Brasiliensis Borge — Scheiden ziemlich dünn, leicht schleimig, am Ende zugespitzt oder offen, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome blaugrün, zu vielen (bis 10) in einer Scheide, gerade oder leicht nabelschnurartig umeinander gewickelt, 4,5—5,7 μ breit, an den Querwänden eingeschnürt. Zellen wenig länger als breit oder bis $2^1/_2$mal so lang als breit, 7—14,3 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle kegelig, nicht kopfig. — In einem Regenwasser-See in Brasilien.

Microcoleus cryophilus Carlson — Fäden ein blaugrünes Lager bildend, ca. 36 μ breit, einfach, sehr viele ± parallele oder spiralig gedrehte Trichome enthaltend. Scheide farblos, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome 4 μ breit, von einer dünnen Spezialscheide umgeben, an den Enden nicht verjüngt, nicht kopfig. Zellen 1—2mal so lang als breit oder kürzer als breit, an den Querwänden nicht granuliert. Endzelle fast halbkugelig. — Graham-Land (Antarktis).

Nostoc epilithicum Ercegović — Thallus ohne feste Außenschicht, kugelig oder halbkugelig, 300, selten bis 700 μ groß, schleimig oder gallertig, gelbbraun oder farblos. Scheiden undeutlich oder nur an der Peripherie des Lagers deutlich. Zellen kugelig bis tonnenförmig, 3—6 μ breit, 3—7 μ lang, blaugrün. Heterocysten einzeln, kugelig, 5—6 μ breit. — Im Schleim anderer Algen an Felsen in Kroatien.

Nostoc ramosum Ercegović — Thallus mikroskopisch klein, anfangs länglich, später dichotom oder unregelmäßig verzweigt, bis 2 mm groß, mit fester Außenschicht, braun. Scheiden meist nur an der Peripherie des Lagers deutlich, braun. Zellen 3—4 μ groß, kugelig, blaugrün. Dauerzellen selten, 6—8 μ breit, kugelig oder oval, in Reihen, von der gleichen Farbe wie die vegetativen Zellen. Heterocysten selten, 0,5 μ (??) breit. — An feuchten Felsen in Kroatien.

Nostoc conico-cellulare G. Huber ist zu streichen. Die Form, die in wenigen Exemplaren gefunden wurde, ist nach dem Autor durch kegelförmige Zellen charakterisiert. Je zwei Zellen sind einander genähert und kehren die Grundflächen der Kegel gegeneinander. Wie aus der Zeichnung mit Sicherheit hervorgeht, handelt es sich um Kolonien mit vollkommen zugrunde gegangenen Zellen. An den jüngsten Querwänden erfolgt die Kontraktion anders als an den nächstälteren, so daß je zwei Zellen in bezug auf ihre Teilungsebene spiegelbildlich symmetrisch sind. Aus der Teilungsrate erklärt sich auch der Umstand, daß zwischen den Zellen breitere und schmälere Zwischenräume abwechseln; zwischen zwei Tochterzellen ist der bei der Kontraktion entstandene Zwischenraum immer kleiner als zwischen den nächst älteren Zellen. Daß es sich um degenerierte Zellen handelt, geht auch aus den im Vergleich zur Zellgröße abnormen Dimensionen der Heterocysten hervor. Schließlich ist auch die „blaß bläuliche" Farbe der Zellen verdächtig. — Solche absonderliche Formen zugrunde gegangener Zellen sind bei Blaualgen keine Seltenheit.

Nostoc Elgonense Naum. — Thallus ± kugelig, 5—25 mm groß, schleimig, außen fester, fast lederig, im Alter innen hohl. Trichome an der Peripherie des Lagers radial verlaufend. Zellen kugelig, 4,5 μ breit. Heterocysten kugelig, 4,5—6 μ breit. Dauerzellen kugelig, 5—6 μ breit. — Auf dem Boden im Litoral des Kratersees des Mount Elgon, Britisch Ostafrika.

Die Art steht *N. pruniforme* sehr nahe.

Oscillatoria fracta Carlson — Trichome kurz, bis 100 μ lang, blaugrün, in 10 μ lange Hormogonien zerfallend, 6—7 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Querwände dick, granuliert. Ende breit abgerundet oder abgestutzt, nicht verjüngt, nicht kopfig. Zellen $^1/_2$—$^1/_5$ mal so lang als breit. — Auf Schnee, Antarktis.

Oscillatoria geminata Menegh.

var. *sulphurea* Strzeszewski — Lager blaugrün. Trichome 2 μ breit. Querwände oft mit 1—2 Körnchen. — In Schwefelquellen.

Oscillatoria Calcuttensis Biswas — Lager häutig, braun. Trichome zu parallelen Bündeln vereinigt, gerade, lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2 μ breit, am Ende kurz verjüngt, hackenförmig oder gewunden. Zellen 2—5 mal länger als breit, 6—10 μ lang, an den Querwänden mit drei Körnchen, blaugrün. Endzelle nicht kopfig, spitz kegelig. — Auf Erde in Indien.

Oscillatoria acula Brühl et Biswas — Trichome einzeln oder in Bündeln, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 4—6 μ breit, 70—400 μ lang, oft gerade, am Ende zugespitzt und umgebogen, nicht kopfig, ohne Kalyptra. Zellen 3—4 μ lang, blaugrün. — Auf der Rinde von Bäumen (*Ficus*, *Terminalia* u. a.) in Indien.

Oscillatoria quadripunctulata Brühl et Biswas — Trichome ± gebogen oder fast gerade, am Ende nicht verjüngt und abge-

rundet, zu einem dünnen, blaß blaugrünen Lager vereinigt, ± miteinander verflochten, 1—1,5 μ breit. Zellen 3,5—5 μ lang, 2 bis 4mal so lang als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, aber mit je zwei Körnchen. — In indischen Filteranlagen.

Oscillatoria paucigranata Brühl et Biswas — Trichome lang, einzeln, mit anderen Algen vermischt, gerade oder leicht gebogen, an den Enden allmählich verjüngt, nicht kopfig. Zellen 3—4 μ breit, 2—3 μ lang, seltener fast quadratisch, lebhaft blaugrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt und mit wenigen an der Peripherie gelagerten Körnchen. Endzelle abgerundet oder abgestützt, ohne Kalyptra. — In indischen Filteranlagen.

Oscillatoria obscura Brühl et Biswas — Trichome ca. 4 μ breit, am Ende nicht verjüngt und abgerundet, leicht gebogen oder fast gerade, undeutlich segmentiert, blaugrün. Zellen ca. $^1/_5$mal so lang als breit oder kürzer, an den Querwänden nicht eingeschnürt aber zart granuliert. — In indischen Filteranlagen.

Oscillatoria rosea Ut. — Fäden meist gerade oder wenig gebogen, ± rötlich gefärbt, an den Scheidewänden der Zellen schwach, aber deutlich eingeschnürt. Einzelzellen gerade oder schwach tonnenförmig, etwa 3 μ breit und vor der Teilung bis zu 7 μ lang. In der Mitte jeder Zelle eine große, längliche, stark glänzende, oft ziemlich zerklüftete Pseudovakuole, die sich der Zellwandung an den Zellenden (in Richtung der Längsachse) besonders weit nähert. Bewegung beobachtet. — Typische Tiefenplanktonform in Seen in Ostholstein.

Plectonema crispatum Playfair — Lager schmutzig olivengrün. Fäden anfangs büschelig, später dicht verflochten, reichlich scheinverzweigt; Zweige einzeln gebogen. Scheiden deutlich, farblos. Trichome 2—3 μ breit, blaß blaugrün, an den Querwänden nicht eingeschnürt, am Ende kegelig. Zellen 1—2 μ lang, an den Querwänden nicht granuliert. — Australien.

Schizothrix coriacea Gom. var. *endolithica* Ercegović — Lager weit ausgebreitet, endolithisch. Fäden verflochten, sehr spärlich verzweigt, 1,5—3 μ breit. Scheiden farblos, ungeschichtet, fest oder schleimig, kaum sichtbar, mit Chlorzinkjod sich nicht blau färbend. Trichome 0,8—1,4 μ breit, blaugrün, einzeln in einer Scheide. Zellen länger als breit, 1—3 μ lang, zylindrisch, manchmal (beim Trocknen?) an den Querwänden eingeschnürt. — Endolithisch an Felsen in Kroatien.

Schizothrix affinis Lemm. var. *epilithica* Ercegović — Fäden gekrümmt, spärlich verzweigt, 1—2 Trichome enthaltend und 3—6 μ breit oder mit mehreren Trichomen und dann breiter. Scheiden gelb bis braun, durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. Trichome 0,6—1,3 μ breit, an den Querwänden nicht oder kaum eingeschnürt, blaugrün. Zellen 1—2,5 μ lang. — An Felsen in Kroatien.

Schizothrix Heufleri Grun. var. *incrustans* Ercegović — Lager weit ausgebreitet, mit Kalk inkrustiert, oft steinern, schwarz. Fäden gebogen, dicht verflochten, sehr spärlich verzweigt, 3—5, meist 3 μ breit. Scheiden sehr fest, ± schwarz, mit Säuren sich violett färbend. Trichome blaugrün, einzeln in einer Scheide oder selten zu 2—3, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder (beim Trocknen?) rosenkranzförmig. Zellen 1—1,5, seltener 2 μ breit,

1,5—2,5 μ lang. Endzelle abgerundet. — An feuchten Felsen in Kroatien.

Schizothrix Kerguelensis Wille — Lager kugelig, weich, nicht mit Kalk inkrustiert, bis 6 mm im Durchmesser. Fäden radiär gestellt, dichotom oder wiederholt mehrfach verzweigt. Scheiden an der Spitze verjüngt, geschichtet, 1 bis wenige Trichome enthaltend. Zellen 1,3—1,4 μ breit, 1—3mal so lang als breit, an den Querwänden eingeschnürt. Endzelle abgerundet oder schwach kegelig. — An Moosen auf den Kerguelen.

Schizothrix porphyromelana (Brühl et Biswas) Geitler (= *Hypheothrix porphyromelana* Brühl et Biswas) — Lager ausgebreitet, ± häutig-lederig, nicht mit Kalk inkrustiert, unter 1 mm groß, schwärzlich. Fäden lang, gekrümmt, oft dicht verschlungen, dunkel blaupurpurn oder schwarzpurpurn. Scheide dünn, farblos. Zellen 3—4 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, ca. 2 μ lang. — Indien.

Scytonema Zellerianum Brühl et Biswas — Lager ausgebreitet, ca. 1 mm dick, braun oder schwarzbraun, filzig. Fäden lang, gekrümmt, dicht verflochten. Scheinverzweigungen einzeln oder zu zweien, lang, oft zurückgebogen. Scheide fest, 3—5 μ dick, braun, mit 2—5 nicht divergierenden Schichten. Trichome 12—20 μ breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, blaugrün oder gelblich. Zellen 10—15 μ lang, selten fast quadratisch, meist kürzer als breit. Heterocysten zwischen den Scheinverzweigungen, quadratisch oder länglich, 15—20 μ lang, 12—15 μ breit. — Auf Felsen und Waldwegen in Indien.

Spirulina tenuis (Brühl et Biswas) Geitler (= *Arthrospira tenuis* Brühl et Biswas). — Trichome einzeln, blaß blaugrün, ziemlich lose spiralig gedreht, meist mit vier Windungen. Windungen 20—35 μ breit. Zellen an den Querwänden nicht eingeschnürt, 2 μ breit, 2—3 μ lang, fast quadratisch. Querwände undeutlich, nicht granuliert. — In indischen Filteranlagen.

Symploca muscorum (Ag.) Gom. f. *typica* Danil. — Lager blaugrün bis gelblich, grau-blaugrün oder braun, ausgebreitet, lederig, wollig oder glatt, in Agarkulturen dem Substrat dicht anliegend. Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. — Auf Erde in einem Warmhaus in Leningrad.

Die Form besitzt Phykozyan (Spektrum 630—610 μμ) und Phykoërythrin (Danilow nennt es „rotes Phykozyan") mit dem Spektrum 580—560 μμ. Die beiden Farbstoffe geben in Wasser ausgezogen eine intensiv violette Lösung.

f. *coerulea* Danil. — Lager lebhaft blaugrün oder grau, weich, wollig oder glatt, in Agarkulturen dem Substrat dicht anliegend. Scheiden durch Chlorzinkjod nicht blau gefärbt. — Auf Erde und Pflanzenresten in einem Warmhaus in Leningrad.

Phykoërythrin fehlt. Phykozyan mit dem Spektrum 640 bis 610 μμ vorhanden. Lösung im Wasser blau.

f. *recta* Danil. — Lager blaugrün, büschelig-rasenförmig; Büschel aufrecht, bis 3 cm hoch. — Auf Erde in Warmhäusern in Leningrad.

Die Farbstoffe stimmen mit der f. *coerulea* überein. Die Form steht habituell der marinen *S. hydnoides* nahe.

Tolypothrix Elenkinii Hollerb. — Lager krustenförmig, schwarzbraun. Fäden 11—15,6 μ breit, unregelmäßig scheinverzweigt; Zweige kurz. Scheiden dick, goldgelb oder braun, seltener farblos. Trichome 5—7 μ breit, blaugrün, torulös. Zellen meist $1^1/_2$—2mal, seltener $2^1/_2$—3mal kürzer als breit. Heterocysten basal, einzeln, seltener zu zweien, kugelig, 7—10.5 μ breit, leicht zusammengedrückt, olivengrün. — Bildet zusammen mit *Gloeocapsa magma* Krusten auf einem eisernen Dach eines Gebäudes bei Leningrad.

f. *saccoideo-fruticulosa* Hollerb. — Fäden an den Enden verbreitert und hier bis 50 μ breit, mit sackartigen Scheiden, an der Basis nur 15—20 μ breit, unverzweigt oder wiederholt scheinverzweigt. Trichome zu 2—6 in einer gemeinsamen Scheide, ± parallel, gerade oder leicht gekrümmt, mit basalen Heterocysten. — Zusammen mit der typischen Form.

Die Form ist durch zahlreiche Übergänge mit der typischen Art verbunden. Sie zeigt Annäherungen an *Sacconema* und *Leptobasis*. Von *Tolypothrix byssoidea* unterscheidet sich die Art durch die dünneren Trichome und dickeren Scheiden. Hollerbach stellt sie als Repräsentant einer eigenen Sektion, *Diplocoleopsis* Hollerb., auf.

Voukiella Ercegović

Fäden einreihig, im Innern des Lagers unregelmäßig gekrümmt und verklebt, an der Peripherie des Lagers radial ausstrahlend und frei. Trichome bescheidet, echt verzweigt. Heterocysten basal und interkalar. Hormogonien?

Einzige Art:

Voukiella rupestris Ercegović — Thallus klein, bis 1 mm groß, kugelig, fest, gelbbraun. Scheiden an der Peripherie des Lagers fest, einfach oder doppelt, gelbbraun oder gelbgrün und geschichtet, im Innern des Lagers oft zerfließend, farblos, homogen. Zellen an den Querwänden stark eingeschnürt, meistens tonnenförmig, 5—8 μ breit, 6—9 μ lang, blaugrün. Heterocysten zahlreich, einzeln, ohne Hülle 6—7, mit Hülle 9,2 μ breit. Dauerzellen unbekannt. Endzelle abgerundet. — An feuchten Felsen in Kroatien.

Die Beschreibung ist unklar.

Bemerkung.

Oscillatoria rubescens, die Blutalge der Voralpenseen, bedarf weiterer Untersuchungen; sie gehört vielleicht nicht zu **Oscillatoria**. In gleichem Sinne äußert sich auch Lauterborn. (A. P.)

Errata.

S. 87, Z. 10 lies: 2—3 μ, statt: 4—6 μ.
„ 91, „ 13 „ : 2—3 μ, „ : 4—6 μ.

Cyanochloridinae = Chlorobacteriaceae.[1]

Bearbeitet von

L. Geitler und A. Pascher.

Mit 14 Abbildungen im Text.

Merkmale.

Einzellige, bakterienähnliche Organismen, gelbgrün, seltener bräunlich- oder bläulichgrün gefärbt, nie Geissel tragend, immer unbeweglich. Zellen kugelig, ellipsoidisch, stäbchenförmig oder S-förmig gekrümmt, einzeln lebend oder durch farblose Gallerte zu ± unregelmäßig gestalteten Kolonien vereinigt, manchmal symbiontisch (oder raumparasitisch?) in der Gallerte von Bakterien, Flagellaten und Rhizopoden lebend und diese mantelförmig umgebend. Zellinhalt, soweit bekannt, ohne Chromatophor und Zellkern, aber mit Differenzierung in eine farblose zentrale Partie und gefärbte Rindenschicht. Teilung nach allen Raumrichtungen, nach zwei Raumrichtungen oder nach einer Raumrichtung, bei den länglichen Formen immer quer zur Längsachse. Fortpflanzung ausschließlich durch Teilung; Dauerstadien unbekannt.

Allgemeiner Teil.

Die Gruppe der Cyanochloridinen (*Chlorobacteriaceae*) stellt zweifellos ein Provisorium dar. Es ist sehr wahrscheinlich, daß es sich nicht um Bakterien, sondern um einzellige Cyanophyceen handelt[2]). Sicheres läßt sich erst aussagen, wenn genaue cytologische Untersuchungen vorliegen. Von den wenigen bisher gesammelten Beobachtungen spricht für die Zugehörigkeit zu den Blaualgen die Differenzierung in Rindenschicht und zentrales Plasma (Lauterborn), das Vorkommen von Chlorophyll und einem dem Phykocyan zumindest nahe stehenden Farbstoff (Buder) und die eigentüm-

1) Der Name Chlorobakterien wird mit der Zeit verlassen werden müssen; ganz abgesehen davon, daß wir über den natürlichen Umfang dessen, was als Bakterien bezeichnet wird, in keiner Weise klar sind, ist die „Bakterien"natur bei keiner einzigen der in Frage kommenden Organismen nachgewiesen. So ist der Name Chlorobakterien der Ausdruck einer unbewiesenen aller Wahrscheinlichkeit unrichtigen Annahme. Ich schlage daher den neutralen Namen Cyanochloridinen vor (A. Pascher).

2) Mit besonderem Nachdruck hat hierauf schon Pascher hingewiesen.

liche gelbgrüne Färbung, die auch von an gleichen Standorten[1]) vorkommenden *Oscillatoria*- und *Spirulina*-Arten bekannt ist. Die rein äußerlichen morphologichen Verhältnisse (Zellgestalt, Koloniebildung) sind nichtssagend und sprechen in gleichem Maß für die Vereinigung mit den Blaualgen wie mit den Bakterien. Bis zu einem gewissen Grad deutet auf die Blaualgennatur der Cyanochloridinen-Chlorobakterien auch die Tatsache hin, daß sich keinerlei Merkmale finden lassen, die irgendwie dagegen sprächen. Schließlich ist nicht zu vergessen, daß es Formen gibt, die wegen ihrer blaugrünen Färbung zu den Cyanophyceen gestellt werden müssen, die aber in ganz der gleichen Weise wie manche Cyanochloridinen-Chlorobakterien die sehr charakteristichen Symbiosen mit anderen Organismen bilden[2]). Der grüne Farbstoff der Cyanochloridinen-Chlorobakterien wurde nach reinen optischen Eigenschaften bereits von Buder als Chlorophyll angesprochen. Metzner hat dann eingehende spektroskopische Untersuchungen gemacht und gefunden, daß der grüne Farbstoff zwar nicht mit dem Chlorophyll der höheren Pflanzen identisch sei, ihm aber nahe stehe. Metzner nannte den grünen Farbstoff Bacterioviridin; er hat nichts mit dem grünen Farbstoffe der Purpurbakterien, dem Bakteriochlorin, zu tun.

Wahrscheinlich ist auch Phykocyan vorhanden; gewisse Erscheinungen in der Absorption sprechen dafür (Buder). Für den Phykocyangehalt spricht auch die Tatsache, daß bei einzelnen Formen große Anhäufungen einen deutlich blaugrünen Stich zeigen und der Umstand, daß die gelb- und fahlgrünen Formen durch alle Übergänge mit deutlich blaugrünen Typen verbunden sind. Außerdem gibt es richtig gehende Cyanophyceen mit morphologisch sehr charakteristischer Gestalt, die ebenfalls dieselben gelbgrünen Töne haben wie die Cyanochloridinen-Chlorobakterien. Pascher faßt die Cyanochloridinen-Chlorobakterien als Seitenzweige sehr verschiedener Cyanophyceen auf, die die Phykocyane (und auch Phykoerytrine), deren Mengen ohnehin sehr schwankend sind, nur mehr in geringem Maße oder nicht ausbilden, so daß der Farbenton schließlich nur mehr von den Chlorophyllfarbstoffen der Cyanophyceen (die wir übrigens ebenfalls nicht genauer kennen) und den Karotenen gebildet wird. Im übrigen kehren unter den Cyanochloridinen-Chlorobakterien sehr viele Typen der Cyanophyceen wieder. Ein späterer Stand der Forschung wird wohl die Cyanochloridinen-Chlorobakterien völlig in die einzelnen natürlichen Komponenten auflösen; in ihrem jetzigen Umfange sind in einer künstlichen Vereinigung konvergente Formen verschiedener Herkunft.

Praktisch betrachtet ist die Abgrenzung der Cyanochloridinen-Chlorobakterien von manchen einzelligen Blaualgen sehr schwer, da das einzige Unterscheidungsmerkmal, die Farbe, oft sehr schwankend und subjektiv ist. Die Gruppe der Cyanochloridinen-Chlorobakterien läßt sich nur aus traditionellen Gründen und aus Mangel eingehenderer Kenntnisse aufrecht erhalten.

---

1) Über die sehr charakteristischen Standorte der Chlorobakterien vgl. das weiter unten Gesagte.

2) Einen solchen Fall stellt *Chroostipes* dar (s. S. 116), dessen Abtrennung von den Chlorobakterien ganz künstlich ist.

Morphologisch-ökologisch lassen sich im großen zwei wichtige Typen unterscheiden. In einem Fall — dem uninteressanteren — handelt es sich um freilebende, im zweiten Fall um dauernd oder wenigsten während der längsten Zeit ihres Lebens mit anderen Organismen verbundene Formen. Die Verbindung besteht darin, daß sich in der Gallerte eines einzelligen Organismus (farblose Bakterien, farblose Flagellaten, Amoeben) die Cyanochloridinen-Chlorobakterien ansiedeln, so daß der zentrale Organismus mantelförmig von einer Schichte grüner Zellen umgeben ist. Ob es sich dabei bloß um einen Raumparasitismus oder um eine Symbiose handelt, ist exakt noch nicht entschieden. Letztere Möglichkeit ist gut vorstellbar, da die Cyanochloridinen-Chlorobakterien ja autotroph, die jeweiligen Hauptorganismen heterotroph sind, so daß die ganze Vereinigung als neuer Typus der im Pflanzenreich weit verbreiteten Symbiosen zwischen auto- und heterotrophen Formen aufgefaßt werden kann. Pascher nennt die ganze Vereinigung Syncyanose und spricht je nach der Beschaffenheit des Hauptorganismus von Bacterio- und Monado-Syncyanosen. Es empfiehlt sich wohl, diesen Terminus beizubehalten.

Wie die Cyanochloridinen-Chlorobakterien im allgemeinen, so sind die Syncyanosen im speziellen sehr schlecht bekannt. Eine Ausnahme bildet *Chlorochromatium*, das Buder eingehend untersucht hat. Es gilt aber wohl für alle Syncyanosen, daß die grünen Zellen in sehr wechselnder Anzahl vorhanden sein und vorübergehend auch selbständig leben können. Unter normalen Bedingungen scheint die Zahl dagegen annähernd konstant zu bleiben. Es besteht dann eine auf den ersten Blick erstaunliche, im Grund genommen aber leicht verständliche Korrelation zwischen der Teilung des Hauptorganismus und den Teilungen der grünen Zellen. Schickt sich der Hauptorganismus zur Teilung an, so vergrößert sich auch seine Gallerthülle und dies gibt den grünen Zellen die Möglichkeit sich zu vermehren. Denn sie leben ja nicht rein zufällig in der Gallerte eines anderen Organismus, sondern nehmen aus dem Schleim Nahrstoffe auf[1]).

Über den Stoffwechsel der Cyanochloridinen-Chlorobakterien sind wir sehr wenig orientiert. Bestimmte Assimilate wurden bisher nicht nachgewiesen. Von einigen Formen liegen — allerdings nicht sichergestellte — Beobachtungen über Schwefeltröpfchen, die im Plasma eingeschlossen sind, vor (Szafer). Diese Erscheinung hängt mit der für alle Cyanochloridinen-Chlorobakterien typischen Vorliebe für H_2S-haltige Standorte zusammen. Die Cyanochloridinen-Chlorobakterien leben immer in Wässern, die an faulenden tierischen und pflanzlichen Objekten reich sind. Sie sind fast regelmäßige Besiedler von Faulschlamm, kommen aber sehr häufig auch in Schwefelquellen vor. Als Begleitorganismen zeigen sich, wie nicht anders zu erwarten ist, farblose und rote Schwefelbakterien, gelbgrüne Oscillatoriaceen und die für solche Standorte charakteristische sapropelische Tierwelt. Die Cyanochloridinen-Chlorobakterien treten oft in solchen Massen auf, daß sie schon mit freiem Auge deutlich sichtbare grüne Wolken bilden.

1) Die gallertbewohnenden Algen (und viele freilebende auch) sind nicht im strengen Sinne autotroph, sondern verwenden auch organische Stoffe.

Wichtigste Literatur.

Buder, J., Chloronium mirabile. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1913.
Engelmann, Th. W., Zur Biologie der Schizomyceten. Bot. Ztg. 1882.
Lauterborn, R., Die sapropelische Lebewelt. Verh. naturh. mediz. Ver. Heidelberg, Bd. 13, 1914—1917.
Metzner, H., Über den Farbstoff der grünen Bakterien. Ber. d. deutsch. Bot. Ges., Bd. 40 (1922), S. 125.
Pascher, A., Über Symbiosen von Spaltpilzen und Flagellaten mit Blaualgen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1914.
Szafer, W., Zur Kenntnis der Schwefelflora in der Umgebung von Lemberg. Bull. d. l'acad. scienc. Cracovie 1910.
van Thieghem, M. Ph., Observations sur des Bactériacées vertes etc. Bull. Soc. Bot. France 1840.
Winogradsky, S., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. Heft 1: Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbakterien 1888.

Spezieller Teil.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen[1]).

I. Zellen freilebend, nicht in Symbiose mit anderen Organismen.
  1. Zellen nicht ausgesprochen stäbchenförmig.
    A. Zellen kugelig.
      a) Zentral ein kugeliger Haufen von Zellen, der von Gallerte überschichtet ist. **Sorochloris** S. 455.
      b) Zellen in leicht verfließlicher Gallerte meist zu vieren genähert. **Tetrachloris** S. 455.
      c) Zellen in der kugeligen Gallerte kurze Flocken verteilter Fäden bildend. **Chloronostoc** S. 456.
    B. Zellen mehr länglich.
      a) Lager nicht netzförmig durchbrochen.
        α) Lager kugelig. **Schmidlea** S. 456.
        β) Lager flach. **Pediochloris** S. 457.
      b) Lager netzförmig durchbrochen. **Clathrochloris** S. 457.
  2. Zellen ausgesprochen stäbchenförmig.
    A. Zellen netzig vereinigt. **Pelodictyon** S. 457.
    B. Zellen locker verteilt, meist in der Form kurzer Fäden. **Pelogloea** S. 458.

II. Zellen in Symbiose mit anderen Organismen lebend[2]).
  1. Hauptorganismus ein polar begeißeltes Stäbchen. **Chlorochromatium** S. 459.

1) Es gibt eine Unmenge von verschiedenen Cyanochloridinen-Chlorobakterien, die wenigsten treten in morphologisch bestimmteren und daher leicht erkennbaren Vereinigungen auf, von denen ebenfalls bisher nur eine kleine Zahl beschrieben ist. Die morphologisch wenig charakteristischen Formen und die ohne charakteristische Koloniebildungen werden sich erst durch systematisches Studium mittelst Reinkulturen erfassen lassen. Diese sind aber noch nicht geglückt.

2) Vgl. auch den Anhang (S. 462) und *Chroostipes* (S. 116), *Cyanodictyon endophyticum* (S. 103) und *Cyanotheca longipes* (S. 140).

2. Hauptorganismus eine Amoebe oder eine farblose Fagellate. **Chlorobacterium** S. 461.

Sorochloris Pascher.

Meist sehr scharf begrenzte Gallertlager mit manchmal deutlich differenzierten Schichten; zentral eine dichtgehäufte Menge kugeliger Zellen. Einzelzellen kugelig (ausgesprochen kokkenartig) mit zartester Membran; Inhalt bis auf wenige Körnchen, die auch oft fehlen, homogen. Vermehrung durch Teilung. Auch der Zellhaufen löst sich gelegentlich in zwei oder mehrere kleinere, wieder kugelig werdende Teile auf, die manchmal innerhalb der gemeinsamen ursprünglichen Hülle eigene Hüllen ausbilden und durch Zerdehnung und Verflüssigung der ersteren Hülle zu kleinen selbständigen Kolonien werden. Färbung der ganzen Kolonien gelbgrün bis leicht bräunlich grün. Einzelzellen fast farblos.

Einzige Art:

Sorochloris aggregata Pascher (Fig. 1).

Größe der Lager 10—25 μ. Einzellen 1,5 μ. Manchmal vereinzelt einzelne viel größere Zellen. — Zwischen faulenden Blättern in einem alten ungestörten Tümpel, in Wasserlöchern nach der Flachsröste.

Dieser Organismus zeigt eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit gewissen Formen der Gattung Microcystis. Er steht der Gattung *Schmidlea* nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch die ausgesprochen kugelige Gestalt der Zellen und die ganz andere Form der Koloniebildung.

Fig. 1.
Sorochloris aggregata; *a* Einzelkolonie, *b*, *c* Tochterkolonie.

Die Kolonien werden im Alter oft hohl; es entstehen dann blasen- oder sackförmige, nach außen nur von einer einzigen Bakterienschicht umschlossene Familien. Die gemeinsame Gallerte reicht nur wenig über den scharf begrenzten Bereich der Zellansammlungen hinaus; sie ist weich, zerfließt aber nicht so leicht wie bei *Pelogloea*.

Tetrachloris Pascher.

Kleine, sehr unbestimmte, aus zarter Gallerte bestehende Lager, seltener die Zellen einzeln oder zu wenigen genähert. Zellen einzeln oder zu zweien, sehr häufig aber, und dies scheint die vollständige Ausbildung zu sein, zu vieren flächig nebeneinander liegend und so kleine Vierergruppen bildend. Diese Vierergruppen scheinen aber in der Entwicklung nicht immer erreicht zu werden, die Teilung

nach zwei Richtungen manchmal durch einige Teilungsfolgen hindurch zu unterbleiben. Zellen im vollausgebildeten Zustande kugelig, mit anscheinend homogenen Inhalte, ganz zart blaß gelbgrün gefärbt. Knapp nach der Teilung ist manchmal um die Zellen herum eine dünne Schichte konsistenterer Gallerte zu sehen und die Zellen resp. die kleinen Kolonien sind dann manchmal von einem zarten Hofe umgeben.

Einzige Art:

Tetrachloris inconstans Pascher (Fig. 2). — Zellen ungefähr 1,5 μ groß. Manchmal sind vereinzelt viel größere Zellen darunter bis 3 μ. Vielleicht Teilungshemmungen. — Zwischen und an faulenden Stengelteilen entweder in einzelnen Zellen und einzelnen Vierergruppen oder zu kleinen Lagern vereinigt.

Fig. 2.
Tetrachloris inconstans
(Orig.).

Chloronostoc Pascher.

Kleine Gallertlager mit (wenigstens soweit beobachtet) leicht zerfließender Gallerte, die, bis auf die im nachstehenden erwähnte Einzelheit, keine Struktur zeigt. In dieser Gallerte liegen kurze Fäden, bestehend aus kugeligen, aneinandergereihten, sich gegenseitig nicht abplattenden Zellen. Um die Fäden manchmal eine leichte Längsstreifung der Gallerte (Schichtenbildung resp. Scheidenbildung der Fäden?) wahrnehmbar. Zellen sehr zartwandig; bis auf ganz wenige Körnchen, die nur gelegentlich zu sehen sind, homogen, gelbgrün. Andere Ausbildungen der Zellen nicht beobachtet.

Einzige Form:

Chloronostoc abbreviatum Pascher (Fig. 10). — Zellen etwas über 1 μ groß, Lager 30—40 μ messend.

Sehr vereinzelt im Faulschlamme eines Altwassers längs der Traun bei Ischl in Oberösterreich.

Die Fäden sind nicht etwa erst durch die Behandlung bei der Beobachtung (Quetschung) zerteilt und in diese kurzen Stücke zerrissen worden; sie sind auch in den nicht gedrückten Kolonien kurz und relativ wenigzellig. Möglicherweise bleibt die Teilungsebene an den Zellen in ihrer Lage zum Faden nicht gleich (Drehung der Zellen?).

Die einzelnen Zellen sind nicht fest zum Faden vereinigt, sondern liegen locker nebeneinander. Die fädige Anordnung geht durch Druck in der Kolonie stellenweise völlig verloren. *Chloronostoc* hat dieselbe Lagerbildung wie *Pelogloea*, hat aber im Gegensatze zu dieser kugelige Zellen.

Schmidlea Lauterb.

Zellen sehr klein, ellipsoidisch bis fast kokkenartig, dicht gedrängt, in großer Zahl zu wolkenartigen, außen scharf begrenzten rundlichen, ovalen bis vielfach gelappten Gallertkolonien vereinigt.

Einzige Art:

Schmidlea luteola (Schmidle) Lauterb. (= *Aphanothece luteola* Schmidle) (Fig. 3). — Zellen 1,5—2,5 μ lang, 1—1,5 μ breit. Kolonien 30—300 μ groß. — In Faulschlamm.

Pediochloris Geitler

Kolonien unregelmäßig, festgeheftet, tafelförmig. Zellen sehr klein, oval, perlschnurartig in Reihen liegend.

Einzige Art:

Pediochloris parallela (Szafer) Geitler (= *Aphanothece parallela* Szafer) (Fig. 4). — Zellen 0,6—0,7 μ breit, 1—1,2 μ lang. — In Schwefelquellen in der Umgebung von Lemberg.

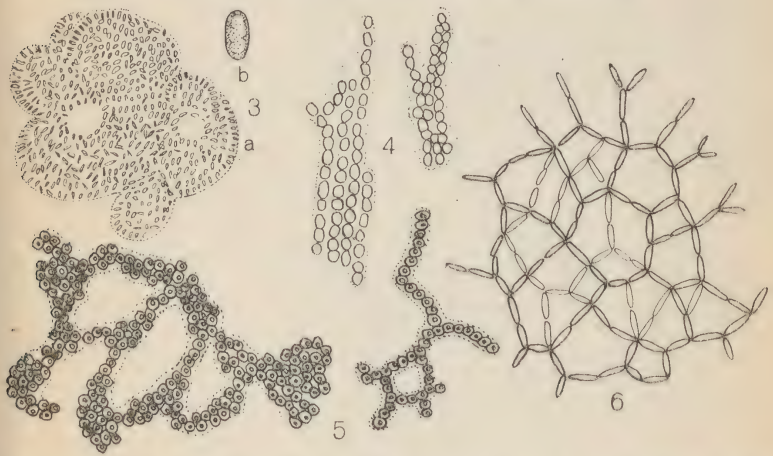


Fig. 3—6. 3. *Schmidlea luteola*; *a* Kolonie, *b* Einzelzelle, nach Lauterborn. 4. *Pediochloris parallela*, nach Szafer. 5. *Clathrochloris sulphurica*, nach Szafer. 6. *Pelodictyon Lauterbornii*, 666×, nach Lauterborn.

Clathrochloris Geitler.

Kolonien festgeheftet, unregelmäßig durchbrochen. Zellen sehr klein, kugelig. Maschen des Netzes meist von mehreren Zellreihen gebildet.

Einzige Art:

Clathrochloris sulphurica (Szafer) Geitler (= *Aphanothece sulphurica* Szafer) (Fig. 5) — Zellen 0,6—0,7 μ groß, oft mit einem Schwefeltröpfchen. — In Schwefelquellen in der Umgebung von Lemberg.

Pelodictyon Lauterb.

Zellen stäbchenförmig, meist nach allen Richtungen des Raumes zu netzförmig durchbrochenen Kolonien vereinigt. Maschen des Netzes ziemlich weit, aus einer einzigen Zelle oder aus einer einzigen Reihe von Zellen gebildet.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen 0,6—0,8 μ breit. **P. clathratiforme** 1.
II. Zellen 1—1,5 μ breit. **P. Lauterbornii** 2.

Fig. 7.
Pelodictyon clathratiforme, nach Szafer.

1. **Pelodictyon clathratiforme** (Szafer) Geitler (= *Aphanothece clathratiformis* Szafer) (Fig. 7). — Kolonien festgeheftet, ± regelmäßig durchbrochen. Zellen 0,6 bis 0,8 μ breit, 2 bis 4mal so lang, stäbchenförmig. — In Schwefelquellen bei Lemberg.
2. **Pelodictyon Lauterbornii** Geitler (= *Pelodictyon clathratiforme* (Szafer) Lauterb.) (Fig. 6). — Zellen 1—1,5 μ breit, 3—6 μ lang. Kolonien 90 μ breit, bis 180 μ lang. Maschen des Netzes 8—12 μ weit. — In Faulschlamm.

Lauterborn identifiziert seine Form wohl mit Unrecht mit der Szafers. Es bestehen deutliche Unterschiede in der Zellgröße und im Habitus der Kolonien.

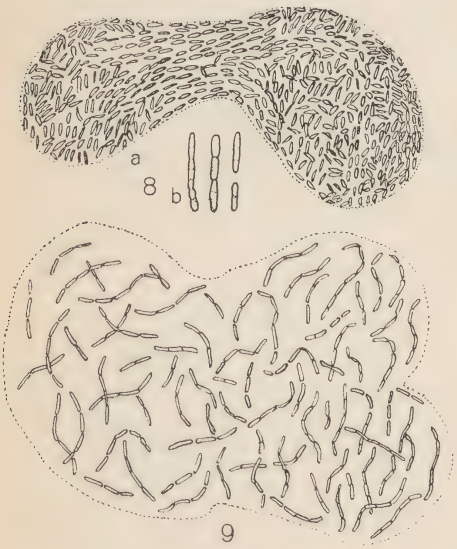


Fig. 8, 9.
8. *Pelogloea bacillifera*; *a* Kolonie, *b* Einzelzellen, nach Szafer, 666×.
9. *Pelogloea chlorina*, nach Lauterborn.

Pelogloea Lauterb.

Zellen in Gestalt von Kurz- und Langstäbchen, manchmal kettenartig aneinander gereiht, in sehr großer Zahl in unregelmäßigen, leicht zerfließenden Gallertmassen eingebettet.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Zellen 1,5 μ breit, 2—4 μ lang. **P. bacillifera** 1.
II. Zellen 1 μ breit, 3—8 μ lang. **P. chlorina** 2.

1. **Pelogloea bacillifera** Lauterb. (Fig. 8). — Zellen in Gestalt kurzer, an den Enden abgerundeter Einzelstäbchen, 1—5 μ breit, 2—4 μ lang. Kolonien bis über 1 mm groß. — In Faulschlamm.
2. **Pelogloea chlorina** Lauterb. (Fig. 9). — Zellen in Gestalt längerer, an den Enden etwas abgestutzter Stäbchen, meist zu gebogenen Ketten vereinigt, die locker durcheinander gewunden die gemeinsame Gallerte durchsetzen. Zellen 1 μ breit, 3—8 μ lang. Kolonien bis 1 mm groß. — In Faulschlamm.

Die Gallerte beider Arten zerfließt sehr leicht; Flagellaten und Infusorien können sich durch sie ihren Weg bahnen.

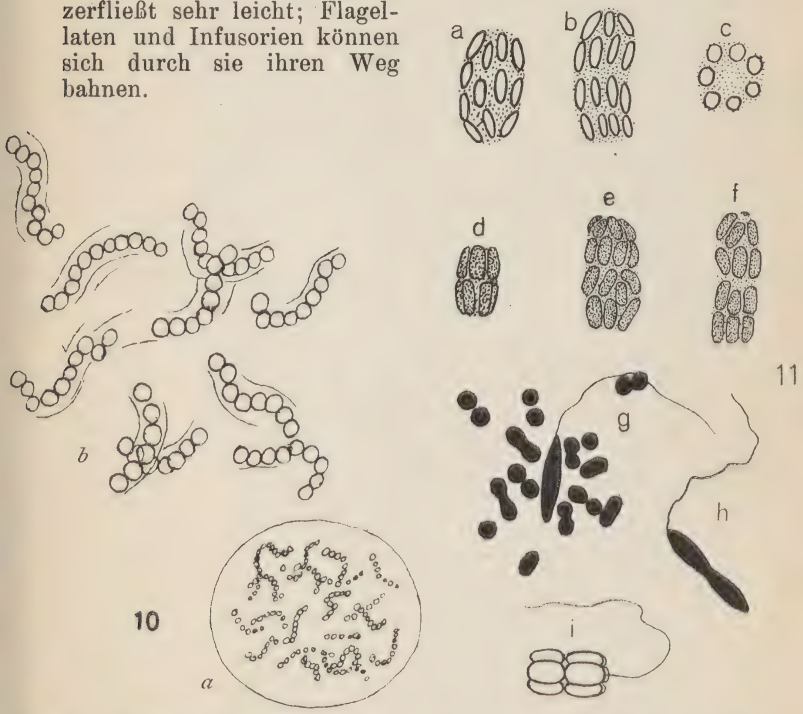


Fig. 10. *Chloronostoc abbreviatum*; *a* Kolonie, *b* Teil davon. *a* 1000×, *b* 3000×.

Fig. 11. *Chlorochromatium aggregatum*; *a—c* f. *typica*, *d—i* *f. minor*, *a*, *b* Längsschnitt, *c* Querschnitt, *d—f* Teilungsstadien, nach dem Leben gezeichnet, *g* Syncyanose in Auflösung begriffen, die grünen Zellen in Teilung, *h* isoliertes Stäbchen und Teilung (*g*, *h* nach gefärbten Präparaten), *i* lebendes Individuum im Dunkelfeld, *a—c* 1200×, nach Lauterborn, *d—i* 1400×, nach Buder.

Chlorochromatium Lauterb.

Zellen abgerundet-zylindrisch bis ellipsoidisch, nach der Teilung fast kugelig, ± parallel gelagert und mantelartig ein zentrales, farbloses Stäbchen mit polarer Geißel umgebend. Teilung quer. Zentrales Stäbchen gerade oder schwach gebogen, spindelförmig.

Die peripheren grünen Stäbchen sind in eine Gallertmasse eingebettet, die manchmal sehr schwach entwickelt ist, manchmal aber bei Betrachtung in Tuschlösung als großer, weißer Hof sichtbar wird. Die Bewegung ist langsam oder lebhaft; ist das zentrale Stäbchen gekrümmt, so erfolgt „Wackeln durch das Gesichtsfeld". Mitunter tritt vollständige Sistierung der Bewegung ein (wohl unter Abwerfen der Geißel).

Die einzelnen Komponenten der Syncyanose können — wenigstens einige Zeit — getrennt leben. Buder beobachtete sowohl Teilung und Assimilation der grünen Zellen losgelöst vom zentralen Stäbchen, wie auch lebhaft schwimmende zentrale Stäbchen mit nur einer einzigen grünen Zelle.

Einzige Art:

Chlorochromatium aggregatum Lauterb. (= *Chloronium mirabile* Buder).

f. *typica* (Lauterb.) Geitler (Fig. 11*a—c*). — Länge der ganzen Syncyanose 9—12 μ, Breite 5—7 μ. Größe der Komponenten unbekannt. — In Faulschlamm.

f. *minor* (Buder) Geitler (Fig. 11*d—i*). — Länge der ganzen Syncyanose 5 μ, Breite 2—2,5 μ. Grüne Zellen 1—1,5 μ lang, weniger als 1 μ breit. Zentrales Stäbchen ca. 3 μ lang, ca. 0,8 μ breit. Geißel überall gleich dick, 3—4mal körperlang. — In Faulschlamm.

Die von Lauterborn und Buder beobachteten Exemplare weichen in ihrer Größe stark voneinander ab. Vielleicht handelt es sich um zwei gute Arten. — Die Natur des zentralen Stäbchens ist unaufgeklärt; es läßt sich wohl am besten als *Pseudomonas* auffassen.

Im botanischen Institute der Deutschen Universität zu Prag kamen neben den beiden beschriebenen *Chlorochromatium*-Formen (*typica* und *minor*) auch noch zwei andere zur Beobachtung.

Beide hatten kugelige Zellen als grüne Symbionten und nicht längliche, wie die von Lauterborn und Buder angegebenen Formen. Die eine war sehr klein, maß höchstens 6—7 μ in die Länge. Die grünen Komponenten waren sehr klein, kaum 1 μ groß und lebhaft, fast leuchtend gelbgrün. Die Bewegung der ganzen Syncyanose war viel mehr schaukelnd als die der anderen Formen, die das übliche Wackeln zeigen.

Diese Form kam mit zahlreichen Purpurbakterien zusammen vor.

Die andere Form hatte auch kugelige grüne Komponenten, sie waren hier größer als bei dem gerade erwähnten *Chlorochromatium* und maßen 2 μ und etwas darüber. Die ganze Vereinigung maß bis 15 μ in die Länge und 6—7 μ in die Breite. Die dichten Wolken, die diese Syncyanose stellenweise in dem Kulturglase bildete, waren gelbgrün mit einem ausgesprochenen Stich ins blaugrüne, der an den einzelnen Syncyanosen nicht zu erkennen war. Die Bewegung wich dadurch von der der oben erwähnten kleineren Form ab, daß das weitwinkelige Schaukeln völlig fehlte, die Bewegung stimmte hier mit der der beiden bereits beschriebenen Chlorochromatien überein.

Im Zusammenhange mit diesen Chlorochromatien, die gelbgrün sind, sei eine Syncyanose erwähnt, die Utermöhl aus den holstein-

schen Seen beschrieb. Es handelt sich ebenfalls um eine Vereinigung eines farblosen, zentral gelegenen Stäbchens, das einen Mantel gefärbter Komponenten hat, genau nach dem Typus von *Chlorochromatium*. Die gefärbten Zellen sind hier aber nicht gelbgrün, sondern bräunlich. Sie haben eine intensiver gefärbte Rindenschicht und eine hellere Zentralpartie und entsprechen darin völlig den Cyanophyceen. Da die Einwirkung von Salzsäure nicht dieselben Resultate gab wie bei den Purpurbakterien, möchte Utermöhl diese gefärbten Organismen als eine neue Gruppe gefärbter Bakterien auffassen und bezeichnet sie als Phaeobakterien. Dieser Vorgang ist in keiner Weise sachlich begründet und sehr voreilig. Zunächst fehlen alle eingehenderen Untersuchungen über diese gefärbten Formen und Utermöhl hat nicht einmal den Nachweis versucht, daß es sich tatsächlich um Bakterien handelt.

Aller Wahrscheinlichkeit handelt es sich aber um richtige Blaualgen. Dafür spricht die von Utermöhl selber angegebene Zellstruktur und ferner kennen wir sehr viele Blaualgen, die ebenfalls braun bis bräunlich sind und in allen Übergängen über olivgrün zu der blaugrünen Ausbildung der meisten Formen überleiten. Ferner sind solche *Chlorochromatium*-artige Vereinigungen mit bräunlich gefärbten Algen bereits bekannt: die im Anhange erwähnte Symbiose eines *Spirillum* hat als gefärbte Komponente einen bräunlich grünen Organismus.

Gerade die Utermöhlsche Symbiose und die des erwähnten Spirillum zeigen aber, abgesehen von den Syncyanosen mit ausgesprochen blaugrünen Komponenten (Chroostipes, mit der farblosen Oikomonas, das im Anhange erwähnte derbe Stäbchen mit den kugeligen, blaugrünen Zellen) die Wahrscheinlichkeit an, daß die Chlorobakterien ebenfalls Cyanophyceen sind, mit deren typischen Ausbildungen sie eben durch die genannten Formen verbunden sind.

Der Name Phaeobakterien ist — wie auch Behrens meint — völlig zu streichen, er ist sachlich in keiner Weise begründet, weil weder die Bakteriennatur nachgewiesen, noch die Braunfärbung als Charakteristikum erwiesen ist; dann aber auch deshalb, weil der Name Phaeobakterien zu ganz unsinnigen Vorstellungen über Stellung und Verwandtschaft dieser Gruppen führen kann, wie ja auch Utermöhl selber von Beziehungen zur Algengruppe der Phaeophyceen spricht.

Symbiosen nach dem Typus *Chlorochromatium* sind nicht unvermittelt, wir kennen zahlreiche typische Blaualgen, die in charakteristischer Weise in der Gallerte anderer Organismen leben, und zwar nicht nur Blaualgen relativ primitiven Baues, sondern auch hoch differenzierte Formen.

Es sei ferner noch erwähnt, daß auch Purpurbakterien Symbiosen nach dem Typus von *Chlorochromatium* bilden: zentral ein farbloses Stäbchen, peripher ein Mantel in Gallerte eingebetteter Purpurbakterien. Sie werden im Hefte unter den Bakterien behandelt werden und wurden von Lauterborn beschrieben.

Chlorobacterium Lauterb.

Zellen stäbchenförmig, oft etwas gekrümmt. Symbiontisch mit Amoeben und Flagellaten.

Einzige Art:

Chlorobacterium symbioticum Lauterb. (Fig. 12). — Zellen 2—3 μ lang, dicht gedrängt in einer Schicht senkrecht angeordnet, die gallertige Oberfläche von *Amoeba chlorochlamys* und einer farblosen Flagellate (*Mastigamoeba*?) wie mit einem grünlichen Mantel einhüllend. Teilungsrichtungen unbekannt. — In Gräben, Teichen und Tümpeln.

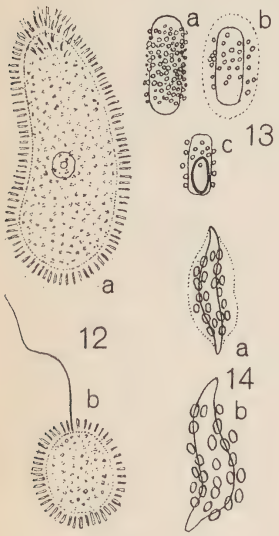


Fig. 12—14.
12 *Chlorobacterium symbioticum*; *a* auf *Amoeba chlorochlamys*. *b* auf einer farblosen Flagellate (Mastigamoeba?). 12 *a*, *b* 800×, nach Lauterborn. 13, 14 Zwei Bacteriosyncyanosen. Hauptorganismus ein derbes Stäbchen. 14 Hauptorganismus ein großes *Spirillum*. Die punktierten Linien 13 *b* und 14 *a* geben die Kontur des Gallertmantels an. 13 *c* Sporenbildung der zentralen Stäbchen.
13, 14 nach Pascher.

Die Syncyanose ist der von *Oicomonas syncyanotica* mit *Chroostipes linearis* (vgl. S. 116) sehr ähnlich. Der wesentlichste Unterschied besteht darin, das bei *Chroostipes* die Stäbchen parallel zur Körperoberfläche der *Oicomonas* gelagert sind, während die Zellen von *Chlorobacterium* senkrecht auf den Körper des Hauptorganismus stehen.

Anhang.

Pascher beschrieb zwei bemerkenswerte Syncyanosen, ohne sie jedoch zu benennen. Bei der einen Form wird die Farbe der Hülle als blaugrün geschildert, wie ich aber einer mündlichen Mitteilung des Autors verdanke, konnten auch gelbgrüne Farbentöne beobachtet werden. Wegen der großen Ähnlichkeit mit *Chlorochromatium* empfiehlt es sich wohl, die Form unter den Cyanochloridinen-Chlorobakterien unterzubringen, wiewohl sie sich auch mit einer gewissen Berechtigung in die Nähe von *Chroostipes* (vgl. S. 116) stellen ließe [1]).

In beiden Fällen handelt es sich um Bacteriosyncyanosen. Die eine Form (Fig. 13) besitzt als Hauptorganismus ein kurz-zylindrisches Stäbchen, das anscheinend geißellos ist, also als *Bacterium* angesehen werden kann [2]). Das Stäbchen ist 3—4 μ breit, bis 8—12 μ lang und

1) Wie an mehreren Stellen betont wurde, ist die Unterscheidung zwischen Cyanochloridinen-Chlorobakterien und einzelligen Cyanophyceen rein willkürlich.

2) Doch hält es Pascher nicht für ausgeschlossen, daß auch Geißeln vorkommen können und eben nur zufällig geißellose Individuen zur Beobachtung gelangten. Geißelfärbungen führten zu negativen Ergebnissen.

wird von einer Gallerthülle umgeben, der ± dicht liegende, winzige, kugelige, blaugrün oder gelbgrün gefärbte Zellen eingelagert sind. Ihr Durchmesser beträgt kaum $^1/_3$ μ. Bei der Sporenbildung des *Bacterium* (Fig. 13 *c*) halten sie sich an der Wand des Protoplasten. — Die Hauptentwicklung dieser Form scheint im Sommer stattzufinden Sie kommt am Grund von Altwässern, die reich an faulenden Pflanzen- und Tierresten sind, zusammen mit Schwefelbakterien vor.

Die zweite Form (Fig. 14) führt als Hauptorganismus ein *Spirillum*. Dieses mißt 3—4 μ in der Breite, 15—18 μ in der Länge und besitzt ebenfalls eine Schleimhülle mit ± braungrün gefärbten Zellen von 1 μ im Durchmesser. Sie liegen immer ziemlich locker. Die Syncyanose wurde nur ein einziges Mal im Schlamm eines toten Armes der Moldau, dort aber ziemlich reichlich, gefunden.

Von Nadson[1]) wurde im Schlamm der Ostsee und im Salzsee „Weissowo“[2]) ein vielleicht zu den Chlorobakterien gehöriger Organismus als *Chlorobium limicola* beschrieben[3]). Die Zellen sind kugelig und 0,4—0,5 μ groß, oder ellipsoidisch bis stäbchenförmig und werden dann 3—4 mal so lang als breit. Sie sind unbeweglich, vermehren sich durch Querteilung und bilden Ketten, die durch farblose Gallerte zu kleinen Flöckchen zusammengehalten werden. Unter ungünstigen Bedingungen werden Involutions- und apochlorotische Formen gebildet. Die Zellen enthalten Chlorophyll; Chromatophoren lassen sich nicht beobachten. — Die systematische Stellung ist nach Nadson noch problematisch. Nach Nadson nimmt der Organismus eine Mittelstellung „zwischen niederen einzelligen Chlorophyceen (wie z. B. die kleinsten Formen von *Stichococcus bacillaris*) und den Bakterien“ ein.

Um ganz problematische Formen handelt es sich bei dem von van Thieghem erwähnten, aber kaum beschriebenen *Bacterium viride* und *Bacillus virens* und bei dem *Bacterium chlorinum* Engelmanns. Das gleiche gilt von Winogradskys Formen.

---

1) G. Nadson, Zur Morphologie der niederen Algen. Bull. Jard. Imp. Bot. St. Petersburg 1906.

2) Da das *Chlorobium* möglicherweise nicht ausschließlich marin ist und vielleicht auch in Salzsümpfen oder Binnen-Salzseen häufiger vorkommt, sei es in dieser „Süßwasser“-Flora aufgenommen.

3) Der Name *Chlorobium* darf nicht mit *Chloronium* (= *Chlorochromatium*) verwechselt werden.

Alphabetisches Namensverzeichnis.[1])

(Die Ziffern bedeuten die Seiten.)

Amphithrix Kützing 209
ianthina (Mont.) Bornet et Flahault 209
Anabaena Bory 309
aequalis Borge 318
affinis Lemmermann 320
var. *intermedia* Griffiths 443
Antarctica Fritsch 320
Augstumalis Schmidle 320
var. *marchica* Lemm. 322
Azollae Strasburger 328
Baltica J. Schmidt 326
Bornetiana Collins 328
californica Borge 319
catenula (Kützing) Bornet et Flahault 318
circinalis (Kützing) Hansgirg 324
constricta (Szafer) Geitler 312
contorta Bachmann 314
cupressophila Wolle 314
Cycadeae Reinke 328
cylindrica Lemmermann 328
var. *marchica* Lemm. 328
delicatula Lemmermann 320
elliptica Lemmermann 316
Felisii (Meneghini) Bornet et Flahault 319
flos-aquae (Lyngbye) Brébisson 322
var. *gracilis* Klebahn 324
f. *minor* Elenkin 324
var. *intermedia* Woronichin 324
f. *spiroides* Woronichin 324
var. *minor* W. West 324
var. *Treleasi* Bornet et Flahault 324
Füllebornii Schmidle 326
gelatinicola Ghose 325
Groenlandica Bachmann 316
Anabaena Halbfassi Bachmann 320
Hallensis (Janczewski) Bornet et Flahault 316
Hassalii (Kützing) Wittrock 324
var. *cyrtospora* Wittrock 324
var. *macrospora* Wittrock 324
helicoidea Bernard 325
Hieronymusii Lemm. 319
hyalina Schmidle 325
inaequalis (Kützing) Bornet et Flahault 318
Jonssoni Boye Petersen 319
laxa A. Braun 318
lapponica Borge 318
Lemmermanni P. Richter 322
Levanderi Lemmermann 322
limnetica G. M. Smith 316
macrospora Klebahn 322
var. *crassa* Klebahn 322
var. *gracilis* Lemmermann 322
var. *robusta* Lemmermann 322
minutissima Lemmermann 319
oblonga de Wildeman 318
orthogona W. West 328
oscillarioides Bory 326
var. *cylindracea* Playfair 326
var. *Novae Zeelandiae* Lemmermann 328
var. *stenospora* Bornet et Flahault 326
var. *tenuis* Lemmermann 326
f. *circinalis* Playfair 326
f. *globosa* Playfair 326

1) Nicht eingerückte, kursiv gedruckte Namen: Synonyma.

Anabaena planctonica Brunnthaler 315
Poulseniana Boye-Petersen 318
reniformis Lemmermann 314
Scheremetievi Elenkin 314
var. *recta* Elenkin 314
f. *ovalispora* Elenkin 314
f. *rotundospora* Elenkin 314
var. *incurvata* Elenkin 314
f. *ovalispora* Elenkin 314
var. *Ucraïnica* Elenkin 315
solitaria Klebahn 319
var. *tenuis* Woronichin 320
sphaerica Bornet et Flahault 325
var. *macrosperma* Bornet et Flahault 325
var. *microsperma* Schmidle 325
var. *tenuis* G. S. West 325
spiroides Klebahn 325
var. *contracta* Klebahn 325
var. *crassa* Lemm. 325
var. *mtnor* Utermöhl 443
var. *Talyschensis* Woronichin 325
subcylindrica Borge 328
torulosa (Carm.) Lagerheim 328
Utermoehli (Utermöhl Geitler 443
variabilis Kützing 316
f. *crassa* Woronichin 316
verrucosa Boye-Petersen 319
Viguieri Denis et Frémy 316
Volzii Lemm. 326
Werneri Brunnthaler 314
Anabaenopsis (Wolosz.) V. Miller 329
circularis (G. S. West) V. Miller 331
var. *Javanica* Wolosz. 331
Elenkini V. Miller 330
Raciborskii Wolosz. 331
Tanganyikae (G. S. West) Wolosz. et V. Miller 331
Aphanocapsa Nägeli 63
anodontae Hansgirg 68
var. *maior* Hansgirg 68
biformis A. Braun 67
brunnea Nägeli 68
Aphanocapsa delicatissima W. et G. S. West 65
endolithica Ercegović 439
var. *violascens* Ercegović 439
Elachista W. et G. S. West 65
var. *conferta* W. et G. S. West 65
var. *planktonica* G. M. Smith 65
endophytica G. M. Smith 64
flava (Kützing) Rabenhorst 67 (439)
fonticola Hansgirg 66
fusco-lutea Hansgirg 67
Grevillei (Hassall) Rabenhorst 65
Koordersii Stroem 65
montana Cramer 68
Naegelii Richter 67
nivalis Lagerheim 68
paludosa Rabenhorst 67
pulchra (Kützing) Rabenhorst 65
rivularis (Carm.) Rabenhorst 66
rufescens Hansgirg 67
sideroderma Naumann 64
siderosphaera Naumann 64
testacea Nägeli 68
thermalis Brügg. 68
var. *minor* Hansgirg 68
violacea Grunow 68
virescens (Hassall) Rabenhorst 66
Aphanothece Nägeli 68
Sectio *Aphanothece* 71
Sectio *Coccochloris* 70
bullosa (Meneghini) Rabenhorst 74
caldariorum Richter 71
Castagnei (Brébisson) Rabenhorst 74
clathrata W. et G. S. West 71
var. *brevis* Nordstedt 71
clathratiformis Szafer 458
conferta Richter 71
gelatinosa (Henn.) Lemmermann 73
heterospora Rabenhorst 74
longior Naumann 71
luteola Schmidle 457
microscopica Nägeli 73
microspora (Brébisson) Rabenhorst 74

Aphanothece muralis (Tomaschek) Lemm. 71
Naegeli Wartmann 74
nidulans Richter 71
pallida Rabenhorst 74
parallela Szafer 457
piscinalis Rabenhorst 70
prasina A. Braun 70
var. *minor* Wille 439
pulverulenta Bachmann 71
salina Elenkin et Daniloff 74
saxicola Nägeli 71
stagnina(Sprenger)A.Braun 70
subachroa Hansgirg 71
sulphurica Szafer 457
Aphanizomenon Morren 289
flos aquae (L.) Ralfs 290
var. *Klebahnii* Elenkin 290
gracile Lemm. 290
Holsaticum P. Richter 291
Kaufmanni Schmidle 291
Arthrospira Stizenberger 342
curta Lemm. 344
Jenneri Stizenberger 344
Massartii Geitler 346
Platensis (Nordstedt) Gomont 344
spirulinoides Ghose 344
tenuis Brühl et Biswas 449
Aulosira Kirchner 284
fertilissima Ghose 285
implexa Bornet et Flahault 285
laxa Kirchner 284
var. *microspora* Lagerheim 285
minor Wille 443
striata Woronichin 285
thermalis G. S. West 285

Bacillus virescens Engelmann 463
Bacterium chlorinum van Tieghem 463
viride van Tieghem 463
Borzia Cohn 341
trilocularis Cohn 341
Susedana Ercegović 443

Calothrix Agardh 218
adscendens (Nägeli) Bornet et Flahault 225
Calothrix aeruginosa Woronichin 225
Antarctica Fritsch 225
Braunii Bornet et Flahault 223
breviarticulata W. et G. S. West 224
brevissima G. S. West 221
Castellii (Massal) Bornet et Flahault 223
calida P. Richter 224
clavata (G. S. West) 223
Columbiana G. S. West 229
cylindrica Frémy 224
Elenkinii Kossinsk. 443
epiphytica W. et G. S. West 225
floccosa (Woronichin) Geitler 228
fusca (Kützing) Bornet et Flahault 221
var. *minor* Wille 221
Goetzei Schmidle 224
gracilis Fritsch 229
f. *flexuosa* Fritsch 230
Javanica de Wildeman 229
intricata Fritsch 226
Kawraiskyi Schmidle 224
Kuntzei Richter 224
Marchica Lemm. 225
membranacea Schmidle 226
minima Frémy 223
minuscula Weber van Bosse 221
parietina (Nägeli) Thuret 225
var. *thermalis* G. S. West 225
parva Ercegović 443
Ramenskii Elenkin 221
Sandvicensis (Nordstedt) Schmidle 229
scytonemicola Tilden 225
var. *Brasiliensis* Born. 444
stagnalis Gomont 228
stellaris Bornet et Flahault 223
thermalis (Schwabe) Hansgirg 223
Weberi Schmidle 225
Wembaerensis Hieronymus et Schmidle 230
Camptothrix West 340
repens W. et G. S. West 340
brevis (Kufferath) Geitler 340

Campylonema Schmidle 276
Lahorense Ghose 277
Indicum Schmidle 277
Capsosira Kützing 171
Brebissonii Kützing 172
Capsosiraceae 170
Chamaesiphon A. Braun em. Geitler 146
Sektio Brachytrix 146
„ Godlewskia 154
„ Euchamaesiphon 151
africanus Schmidle 152
var. *minimus* 152
aggregatus (Janczewski) Geitler 159
aggregatus 157
amethystinus (Rostafinski) Lemm. 152
confervicola A. Braun 147
curvatus Nordstedt 150
cylindricus Boye-Petersen 152
filamentosus Ghose 150
fuscus (Rostafinski) Hansgirg 155
gracilis Rabenhorst 151
hyalinus Scherffel 151
incrustans Grunow 153
f. *asiatica* Wille 154
f. *longissima* Wille 154
macer Geitler 152
minutus (Rostafinski) Lemm. 151
oncobyrsoides Geitler 157
polonicus (Rostafinski) Hansgirg 154
polymorphus Geitler 157
Rostafinskii Hansgirg 152
subglobosus (Rostafinski) Lemm. 151
sphagnicola Maillefer 143
Chamaesiphonaceae 146
Chamaesiphoneae 123
Chlorobacteriaceae 451
Chlorochromatium Lauterborn 459
aggregatum Lauterborn 460
f. *minor* (Buder) Geitler 460
f. *typica* (Lauterborn) Geitler 460
Chlorogloea Wille 122
microcystoides Geitler 122
Chlorogloeaceae 121
Chloronium mirabile Buder 460
Chlorobium limicola Nadson 463
Chloronostoc Pascher 456
abbreviatum Pascher 456
Clastidium 144
rivulare Hansgirg 145
setigerum Kirchner 145
Clathrochloris (Szafer) Geitler 457
sulphurica (Szafer) Geitler 457
Coccopedia Troitzkaja 108
limnetica Troitzkaja 108
Chroococcaceae 52
Chroococcales 52
Chroococceae 52
Chroococcopsis Geitler 125
gigantea Geitler 125
Chroococcus Nägeli 74
alpinus Schmidle 439
aurantiacus (haud de Toni) Bernard 81
aurantio-fuscus (Kützing Rabenhorst 82 (439)
bituminosus (Bory) Hansgirg 81 (439)
caldariorum (Hansgirg 82 (439)
cinnamommeus (Kützing) Rabenhorst 82
cohaerens (Brébisson) Naegeli 81 (439)
var. *antarctica* Wille 81
crassus Naegeli 439
cumulatus Bachmann 84
decolorans Migula 81
decorticans A. Braun 79 (440)
dispersus (v. Keißler) Lemm. 84
var. *minor* G. M. Smith 84
giganteus W. West 78
Helveticus Nägeli 439
var. *maior* Lagerheim 439
Kerguelensis Wille 439
limneticus Lemm. 82
var. *carneus* (Chodat) Lemm. 84
var. *distans* G. M. Smith 84
var. *elegans* G. M. Smith 84
var. *subsalsus* Lemm. 84
indicus Bernard (haud Zeller) 79
lithophilus Ercegović 440
macrococcus (Kützing) Rabenhorst 79
membraninus (Meneghini) Naegeli 81

Chroococcus minimus (v. Keißler) Lemm. 84
minor (Kützing) Nägeli 81 (440)
f. *violacea* Wille 81
minutus (Kützing) Nägeli 79 (440)
Mipitanensis Geitler 79
montanus Hansgirg 80
obliteratus Richter 81
pallidus Nägeli 81 (440)
purpureus Snow 82
Rechingeri Wille 81
rufescens (Brébisson) Hansgirg 82
sabulosus (Meneghini) Hansgirg 81
schizodermaticus W. West var. *badio-purpureus* West 78
Simmeri Schmidle 440
spelaeus Ercegović 440
tenax Hieronymus 79
stermophilus Wood 79
turgidus (Kützing) Nägeli 77
var. *Mipitanensis* Woloszinska 79
var. *subnudus* Hansgirg 78 (440)
var. *subviolaceus* Wille 78
var. *violaceus* W. West 78
Turicensis (Nägeli) Hansgirg 81
varius A. Braun 79
f. *Samoënsis* Wille 79
Westii (W. West) Boye-Petersen 78
Zopfii Hansgirg 82
Chroostipes Pascher 116
linearis Pascher 116
Coelosphaeriopsis halophila Lemm. 102
Coelosphaerium Nägeli em. Elenkin et Hollerbach 99
aerugineum Lemm. 102
anomalum (Bennett) de Toni et Levi 102
confertum W. et G. S. West 102
dubium Grunow 102
Goetzei Schmidle 102
halophilum (Lemm.) Geitler 102
Coelosphaerium holopediforme Schmidle 100
Kuetzingianum Nägeli 102
minutissimum Lemm. 102
Naegelianum Unger 101
natans Lemm. 102
pallidum Lemm. 100
radiatum G. M. Smith 120
reticulatum Lemm. 103
roseum Snow 102
Croatella Ercegović 444
lithophila Ercegović 444
Cyanarcus Pascher 116
hamiformis Pascher 116
Cyanochloridinae 451
Cyanocystis veriscolor Borzi 142
parva Conrad 142
Cyanodictyon Pascher 103
endophyticum Pascher 103
reticulatum (Lemm.) Geitler 103
Cyanotheca Pascher 140
longipes Pascher 140
Cylindrospermum Kützing 331
alatosporum Fritsch 333
Bengalense Biswas 444
catenatum Ralfs 337
Caucasicum Woronichin 336
fluviaticum Schkorbatow 335
Goetzei Schmidle 333
indentatum G. S. West 335
licheniforme (Bory) Kützing 335
f. *Lemmermanni* Glade 335
f. *typica* Glade 335
var. *violacea* Geitler 336
maius Kützing 333
var. *pellucida* Hansgirg 333
Marchicum Lemm. 337
Michailovskoënse Elenkin 336
minimum G. S. West 336
minutissimum Collins 336
muscicola Kützing 336
punctatum Woronichin 333
rectangulare Playfair 337
stagnale (Kützing) Bornet et Flahault 334
var. *angusta* Smith 335
tropicum W. et G. S. West 333
Vouki Pevalek 334

Dactylococcopsis Hansgirg 113
acicularis Lemm. 115

Dactylococcopsis Africana G. S. West 115
Antarctica Fritsch 115
fascicularis Lemm. 115
irregularis G. M. Smith 115
montana West 115
pectinatellophila W. West 115
rhaphidioides Hansgirg 113
rupestris Hansgirg 115
Dasygloea Thwaites 411
amorpha Thwaites 411
Dermocarpa Crouan 141
aquae-dulcis (Reinsch) Geitler 142
chamaesiphonoides Geitler 143
depressa W. et G. S. West 142
Flahaulti Sauvageau 142
incrassata (Lemm.) Geitler 144
parva (Conrad) Geitler 142
sphagnicola (Maillefer) Geitler 143
versicolor (Borzi) Geitler 142
Dermocarpaceae 139
Dermocarpales 138
Dermocarpella Lemm. 140
hemisphaerica Lemm 140
incrassata Lemm. 141
Desmonema Berkeley et Thwaites 286
Wrangelii (Agardh) Bornet et Flahault 286
Desmosiphon Borzi 170
maculans Borzi 170
Dichothrix Zanardini 213
austrogeorgica Carlson 444
Baueriana (Grunow) Bornet et Flahault 214
var. *minor* Hansgirg 214
calcarea Tilden 215
compacta (Agardh) Bornet et Flahault 216
fusca Fritsch 216
gypsophila (Kützing) Bornet et Flahault 216
Meneghiniana (Kützing) Forti 216
montana Tilden 214
Orsiniana (Kützing) Bornet et Flahault 215
spiralis Fritsch 216
subdichotoma Woronichin 217
Diplocoleon Nägeli 277
Heppii Nägeli 278
Diplonema Borzi 253
rupicola Borzi 253

Entophysalidaceae 121
Entophysalidales 121
Entophysalis Kützing 121
Samoensis Wille 121
Eucapsis Clements et Shantz 104
alpina Clements et Shantz 104
minuta Fritsch 104

Fischerella (Bornet et Flahault) Gomont 179
ambigua (Kützing) Gomont 181
Caucasica Woronichin 181
maior Gomont 182
muscicola (Thuret) Gomont 180
var. *minor* Boye Petersen 181
thermalis (Schwabe) Gomont 179
var. *mucosa* Lemmermann 179

Geosiphon pyriformis F. Wettstein 308
Glaucospira Lagerheim 348
agilissima Lagerheim 348
tenuior Lagerheim 348
Gloeocapsa Kützing 84
aeruginosa (Carm.) Kützing 89
Alpina (Nägeli) Brand 92
arenaria (Hassall) Rabenhorst 87
atrata (Turp.) Kützing 89
aurata Stiz. 440
biformis Ercegović 441
f. dermochroa (Nägeli) Ercegović 442
f. punctata (Nägeli) Ercegović 442
calcarea Tilden 87 (440)
caldariorum Rabenhorst 89
conglomerata Kützing 89
crepidinum (Rabenhorst) Thuret 89
decorticans P. Richter 440

Gloeocapsa dermochroa Nägeli 90
didyma Kützing 440
fenestralis Kützing 87 (441)
gelatinosa Kützing 89
gigas W. et G. S. West 89
granosa (Berkeley) Kützing 88
haematodes Kützing 91
Juliana (Meneghini) Kützing 44
Kuetzingiana Nägeli 90
lacustris Huber 442
lignicola Rabenhorst 440
magma (Brébisson) Kützing 90
mellea Kützing 88
montana Kützing 87
muralis Kützing 89
Paroliniana Kützing 441
polydermatica Kützing 87
punctata Nägeli 89
purpurea Kützing 91 (441)
Ralfsii (Harvey) Lemm. 90
rupestris Kützing 89 (441)
rupicola Kützing 91 (441)
salina Hansgirg 87
sanguinea (Agardh) Kütz. 91
Shuttleworthiana Kütz. 92 (441)
squamulosa Brébisson 441
stegophila (Itzigsohn) Rabenhorst 90
thermalis Lemm. 91
versicolor Nägeli 441
Gloeothece Nägeli 93
Baileyana Schmidle 94
confluens Nägeli 95
distans Stitzenberger 95
fusco-lutea Nägeli 94
Heufleri Grunow 94
linearis Nägeli 94
var. *composita* G. M. Smith 95
lunata W. et G. S. West 94
magna Wolle 94
membranacea (Rabenhorst) Bornet 96
monococea (Kützing) Rabenhorst 94
var. *mellea* Kützing 94
palea (Kützing) Rabenhorst 95
rupestris (Lyngbye) Bornet 97
var. *maxima* W. West 97
var. *tepidariorum* (A. Braun) Hansgirg 97
Gloeothece Samoënsis Wille 95
var. *maior* Wille 95
vibrio N. Carter 94
Gloeotrichia Agardh 230
echinulata (J. E. Smith) Richter 236
le Testui Frémy 231
longearticulata G. S. West 232
longicauda Schmidle 236
Indica (Schmidle) 235
intermedia (Lemm.) Geitler 233
natans (Hedwig) Rabenhorst 234
Pilgeri Schmidle 236
Pisum (Agardh) Thuret 231
punctulata Thuret 236
Rabenhorstii Bornet 231
Raciborskii Woloszinska 233
var. *Lilienfeldiana* (Woloszinska) Geiter 333
salina Kützing 234
Godlewskia Janczewski 146
aggregata Janczewski 159
Gomphosphaeria Kützing 97
aponina Kützing 98
var. *cordiformis* Wolle 97
var. *delicatula* Virieux 99
var. *limnetica* Virieux 97
lacustris Chodat 97
var. *compacta* Lemm. 97
Naegeliana Lemm. 101
Gomontiella Teodoresco 409
subtubulosa Teodoresco 409

Hammatoidea W. et G. S. West 212
Normanni W. et G. S. West 213
simplex Woronichin 213
Hapalosiphon Nägeli 194
arboreus W. et G. S. West 197
aureus W. et G. S. West 200
Baronii W. et G. S. West 197
Brasiliensis Borge 200
confervaceus Borzi 201
delicatulus W. et G. S. West 199
flagelliformis (Schmidle) Forti 196
flexuosus Borzi 201
fontinalis (Agardh) Bornet 199

Hapalosiphon hibernicus W. et G. S. West 197
intricatus West 198
f. *maior* Stroem 199
luteolus W. et G. S. West 199
Stuhlmannii Hieronymus 199
Welwitschii W. et G. S. West 196
Herpyzonema Weber von Bosse 204
Lorentzii Weber v. Bosse 205
Holopedia Lagerheim 108
Dieteli (Richter) Migula 109
geminata Lagerheim 109
irregularis Lagerheim 109
Homoeothrix Thuret 209
Balearica (Bornet et Flahault) Lemm. 210
var. *tenuis* W. et G. S. West 210
brevis Kufferath 340
caespitosa (Rabenhorst) Kirchner 211
cartilaginea (G. S. West) Lemm. 210
crustacea Woronichin 211
endophytica Lemm. 210
Hansgirgi (Schmidle) Lemm. 210
Juliana (Meneghini) Kirchner 210
Hormogoneae 165
Hyellococcus niger Schmidle 157
Hydrocoleus Kützing 431
Bremii Nägeli 432
var. *obscura* Hansgirg 432
Brébissonii Kützing 432
heterotrichus Kützing 432
homoeotrichus Kützing 434
Lauterbachii Hieronymus et Schmidle 432
muscicolus Hansgirg 432
oligotrichus A. Braun 432
Ravenelii Wolle 432
subcrustaceus Hansgirg 432
turfosus Woronichin 434
Hydrocoryne Schwabe 277
spongiosa Schwabe 277
Hyella Bornet et Flahault 137
fontana Huber et Jadin 138
Jurana Chodat 138
terrestris Chodat 138
Hypheothrix Naegelii Kützing 417
Hypheothrix nullipora Grunow 417
porphyromelana Brühl et Biswas 449
Hyphomorpha Borzi 166
Antillarum Borzi 167

Isocystis Borzi 340
infusionum Borzi 341
Messanensis Borzi 341
moniliformis Borzi 341
spermosiroides Borzi 341

Katagnymene Lemm. 389
palustris W. et G. S. West 389

Leptobasis Elenkin 281
Caucasica Elenkin 283
crassa (G. S. West) Geitler 282
spirulina (Steinecke) Geitler 282
striatula (Hy) Elenkin 282
tenuissima (W. West) Elenkin 284
Leptochaete Borzi 207
crustacea Borzi 208
var. *gracilis* Hansgirg 208
fonticola Borzi 208
gracilis (Hansgirg) Geitler 208
Hansgirgi Schmidle 208
nidulans Hansgirg 208
parasitica Borzi 208
rivulariarum (Hansgirg) Lemm. 207
rivularis Hansgirg 208
stagnalis Hansgirg 207
Leptopogon (A. Braun) Borzi 201
intricatus Borzi 201
Lithocapsa Ercegović 442
fasciculata Ercegović 442
Lithococcus Ercegović 444
ramosus Ercegović 444
Loefgrenia Gomont 172
anomala Gomont 172
Loefgreniaceae 172
Loriella Borzi 168
osteophila Borzi 168
Loriellaceae 166

Lyngbya Agardh 393
aerugineo-coerulea (Kützing) Gomont 408
aestuarii (Mert.) Liebmann 408
var. *antarctica* Fritsch 408
var. *arbustiva* Brühl et Biswas 408 (445)
f. *spectabilis* (Thuret) Gomont 408
f. *symplocoidea* Gomont 408
amplivaginata van Goor 404
Antarctica Gain 404
arboricola Brühl et Biswas 445
arthrospiroides Virieux 399
attenuata Fritsch 404
bipunctata Lemm. 397
Birgei Smith 401
Borgerti Lemm. 401
calcifera Brühl et Biswas 446
Ceylanica Wille 406
circumcreta G. S. West 399
var. *gelatinicola* Ghose 399
Cliarensis W. et G. S. West 401
compressa Utermöhl 445
connectens Brühl et Biswas 444
Conradii Kufferath 408
contorta Lemm. 397
Corbierei Frémy 408
corticola Brühl et Biswas 446
cryptovaginata Schkorbatow 401
dendrobia Brühl et Biswas 445
f. *lurida* Brühl et Biswas 446
Digneti Gomont 404
endophytica Elenkin et Hollerbach 402
epiphytica Hieronymus 397
Erebi W. et G. S. West 403
ferruginea G. S. West 403
halophila Hansgirg 403
var. *fusco-lutea* Hansgirg 404
Hieronymusii Lemm. 401
Holsatica Lemm. 399
Kuetzingiana Kirchner 404
var. *symplociformis* Hansgirg 404
Kuetzingii Schmidle 402
var. *distincta* (Nordstedt) Lemm. 402
Lyngyba Lagerheimii (Moebius) Gomont 397
limnetica Lemm. 399
Lindavii Lemm. 406
Lismorensis Playfair 406
var. *nigra* Playfair 406
lutea (Agardh) Gomont 406
maior Meneghini 405
Margaretheana G. Schmid 403
Martensiana Meneghini 405
var. *calcarea* Tilden 405
mucicola Lemm. 402
Murrayi W. et G. S. West 401
muscicola Zanardini 397
nana Tilden 403
nigra Agardh 405
Nyassae Schmidle 399
ochracea (Kützing) Gomont 403
perelegans Lemm. 403
prolifica Greville 369
pseudospirulina Pascher 446
purpurea (Hooker et Harvey) Gomont 403
putealis Mont. 405
rivulariarum Gomont 402
saxicola Filarszky 404
Scotti Fritsch 402
var. *minor* Fritsch 402
Shakletoni W. et G. S. West 401
spirulinoides Utermöhl 446
spirulinoides Gomont 399
stagnina Kützing 405
subconfervoides Borge 406
thermalis Roth 405
truncicola Ghose 406
versicolor (Wartmann) Gomont 404
subtilis West 446
var. *granulosa* Brühl et Biswas 446

Marssoniella Lemm. 120
elegans Lemm. 120
Mastigocladus Cohn 203
laminosus Cohn 203
Mastigocladaceae 203
Mastigocoleopsis (N. Carter) Geitler 177
obtusa Geitler 177
Mastigocoleus Lagerheim 173
obtusus N. Carter 177
testarum Lagerheim 173
var. *aquae dulcis* Nadson 173

Merismopedia Meyen 105
chondroidea Wittrock 106
convoluta Brébisson 106
f. *minor* Wille 106
elegans A. Braun 107
var. *maior* G. M. Smith 107
glauca (Ehrenberg)Nägeli 106
f. *insignis* (Schkorbatow) Geitler 106
f. *rosea* Geitler 106
maior (G. M. Smith) Geitler 107
Marssonii Lemm. 108
minima Beck 106
punctata Meyen 106
thermalis Kützing 107
tenuissima Lemm. 105
Trolleri Bachmann 108
Microchaetaceae 278
Microchaete Thuret 279
calothrichoides Hansgirg 281
catenata Lemm. 280
crassa G. S. West 282
diplosiphon Gomont 281
var. *Cambrica* W. West 281
Goeppertiana Kirchner 279
robusta Setchell et Gardner 281
spirulina Steinecke 282
tenera Thuret 279
var. *maior* Moebius 279
Microcoleus Desmazières 434
Brasiliensis Borge 446
cryophilos Carlson 446
chthonoplastes (Flor. Dan.) Thur. 436
delicatulus W. et G. S. West 435
hospitus Hansgirg 435
lacustris (Rabenhorst) Farlow 436
Lauterbachii Schmidle 437
paludosus (Kützing) Gomont 437
subtorulosus (Brébisson) Gomont 437
sociatus W. et G. S. West 435
Steenstrupii Boye-Petersen 436
vaginatus (Vaucher) Gomont 435
var. *monticola* (Kützing) Gomont 435
var. *Vaucheri* (Kützing) Gomont 435
Microcystis Kützing 56
aeruginosa Kützing 58
var. *maior* (Wittrock) G. M. Smith 60
chroococcoidea W. et G. S. West 61
densa G. S. West 61
elabens (Meneghini) Kützing 63
var. *maior* Bachmann 63
firma (Brébisson et Lenormand) Rabenhorst 60
flos-aquae (Wittrock) Kirchner 60
fusco-lutea (Hansgirg) Migula 61
Holsatica Lemm. 61
var. *minor* Lemm. 61
ichthyoblabe Kützing 60
incerta Lemm. 62
Kerguelensis Wille 442
marginata (Meneghini) Kützing 58
merismopedioides Fritsch 61
ochracea (Brand) Lemm. 60
Orissica W. West 62
pallida (Farlow) Lemm. 61
parasitica Kützing 62
protocystis Crow 60
pseudofilamentosa Crow 60
pulverea (Wood) Migula 61
f. *elongata* Crow 62
var. *incerta* (Lemm.) Crow 62
pulverea pr. p. 122
scripta (Richter) Lemm. 60
stagnalis Lemm. 61
var. *pulchra* Lemm. 61
viridis (A. Braun) Lemm. 58

Nodularia Mertens 287
quadrata Fritsch 288
sphaerocarpa Bornet et Flahault 289
spumigena Mertens 289
var. *litorea* (Thuret) Bornet et Flahault 289
var. *minor* Fritsch 289
tenuis G. S. West 288
Turicensis (Cramer) Hansgirg 289
Nostoc Vaucher 291
antartica W. et G. S. West 304

Nostoc Borneti Gain 303
calcicola Brébisson 299
carneum Agardh 298
coeruleum Lyngbye 305
commune Vaucher 301
var. *flagelliformis* (Berkeley et Curtis) Bornet et Flahault 302
conico-cellulare G. Huber 447
cuticulare (Brébisson) Bornet et Flahault 294
disciforme Fritsch 294
Elgonense Naumann 447
ellipsosporum (Desmazières) Rabenhorst 299
entophytum Bornet et Flahault 295
epilithicum Ercegovic 446
foliaceum Mougeot 300
fucescens Fritsch 305
var. *mixta* Fritsch 305
f. *elliptica* (Gain) Geitler 305
gelatinosum Schousboe 298
halophilum Hansgirg 300
humifusum Carm. 299
insulare Borzi 303
Kihlmanni Lemm. 306
Linckia (Roth) Bornet 298
Longstaffi Fritsch 304
macrosporum Meneghini 302
microscopicum Carm. 302
minutissimum Kützing 304
minutum Desmazières 303
muscorum Kützing 299
paludosum Kützing 296
parmellioides Kützing 306
Passerianum Bornet et Thuret 299
piscinale Kützing 298
pruniforma Agardh 306
punctiforme (Kützing) Hariot 298
var. *populorum* Geitler 295
ramosum Ercegović 447
repandum W. et G. S. West 304
rivulare Kützing 298
sphaericum Vaucher 303
sphaeroides Kützing 303
spongiaeforme Agardh 298
symbioticum F. Wettstein 308
verrucosum Vaucher 306
Wollnyanum P. Richter 299
Zetterstedtii Areschoug 307
Nostocaceae 286
Noctocales 202
Nostochopsaceae 172
Nostochopsis Wood 174
Goetzii Schmidle 177
lobatus Wood 174
rupestris Schmidle 175
stagnalis Hansgirg 176
Wichmanni Weber van Bosse 175

Oicomonas syncyanotica Pascher 116
Oncobyrsa Agardh 131
Brébissonii Meneghini 132
Cesatiana Rabenhorst 132
lacustris Kirchner 122
rivularis Kützing em. Geitler 132
sarcinoides Elenkin 133
Oscillatoria Vaucher 349
acuminata Gomont 371
acuta Brühl et Biswas 448
acutissima Kufferath 370
Agardhii Gomont 369
amoena (Kützing) Gomont 370
amphibia Agardh 364
var. *robusta* W. et G. S. West 364
var. *Kuetzingiana* (Nägeli) Geitler 364
amphigranulata van Goor 365
anguina (Bory) Gomont 359
Annae van Goor 355
angusta Koppe 365
angustissima W. et G. S. West 364
animalis Agardh 371
f. *tenuior* Stockmayer 371
beggiatoiformis (Grunow) Gomont 367
Bonnemaisoni (Crouan) Gomont 355
var. *phormidioides* Hansgirg 355
Borneti Zukal 357
Boryana Bory 367
brevis Kützing 371
Calcuttensis Biswas 447
chalybea Mertens 364

Oscillatoria chlorina Kützing 361
var. *perchlorina* Lauterborn 361
coerulescens Gicklhorn 362
Cortiana (Meneghini) Gomont 372
cruenta Grunow 370
curviceps Agardh 359
var. *violascens* G. Schmid 359
deflexa W. et G. S. West 370
formosa Bory 372
fracta Carlson 447
geminata Meneghini 364
var. *sulphurea* Strzeszewski 447
gloeophila Grunow 365
Grunowiana Gomont 367
guttulata van Goor 365
janthiphora (Fior. Mezz.) Gomont 371
Jenensis G. Schmid 359
irrigua Kützing 363
Koettlitzi Fritsch 363
Kuetzingiana Nägeli 364
lacustris Geitler 362
laetevirens (Crouan) Gomont 360
Lauterbornii Schmidle 360
Lemmermanni Woloszinska 370
limnetica Lemm. 365
limosa Kützing 357
var. *disperso-granulata* Schkorbatow 358
var. *circinnata* Rabenhorst 358
minima Gicklhorn 360
Mougeotii Kützing 362
neglecta Lemm. 364
nigra Vaucher 363
Numidica Gomont 373
obscura Brühl et Biswas 448
Okeni (Agardh) Gomont 372
var. *gracilis* Kützing 372
var. *fallax* Hansgirg 372
ornata Kützing 357
paucigranata Brühl et Biswas 448
planctonica Woloszinska 362
Porettana Meneghini 370
Pristleyi W. et G. S. West 371
princeps Vaucher 358
f. *maxima* (Kützing) Rabenhorst 359
f. *pseudolimosa* Ghose 359
f. *purpurea* Collins 359
Oscillatoria proboscidea Gomont 359
var. *Westii* Forti 359
producta W. et G. S. West 372
profunda Kirchner 365
prolifica (Greville) Gomont 369
pseudogeminata G. Schmid 365
putrida Schmidle 360
quadripunctulata Brühl et Biswas 448
Raciborskii Woloszinska 367
Redekei van Goor 365
rosea Utermöhl 448
rubescens De Candolle 367
rupicola Hansgirg 371
var. *phormidioides* Hansgirg 371
var. *tenuior* Hansgirg 371
sancta Kützing 355
var. *caldariorum* (Hauck) Lagerheim 357
var. *aequinoctialis* Gomont 357
Schroeteri (Hansgirg) Forti 355
Schultzii Lemm. 373
simplicissima Gomont 364
var. *Antarctica* Fritsch 364
f. *acuminata* Fritsch 364
splendida Greville 370
subproboscidea W. et G. S. West 371
subtilissima Kützing 360
Tanganyikae G. S. West 367
tenuis Agardh 362
var. *Tergestina* (Kützing) Rabenhorst 362
var. *rivularis* Hansgirg 362
var. *symplociformis* Hansgirg 363
var. *nigra* Schkorbatow 363
var. *Asiatica* Wille 363
var. *subcrassa* Conrad 363
terebriformis (Agardh) Gomont 367
trichoides Szafer 360
violacea (Wallroth) Hassal 370
Oscillatoriaceae 337

Paracapsa Naumann 222
siderophila Naumann 222
Pediochloris Geitler 457
parallela (Szafer) Geitler 457
Pelodictyon Lauterborn 457
clathratiforme sensu Szafer 458
clathratiforme (Szafer) Geitler 458
Lauterbornii Geitler 458
Pelogloea Lauterborn 458
bacillifera Lauterborn 459
chlorina Lauterborn 459
Petalonema Berkeley 261
alatum Berkeley 264
crustaceum (Agardh) Kirchner 262
var. *incrustans* Kützing) Migula 263
densum (A. Braun) Migula 263
involvens (A. Braun) Migula 264
velutinum (Rabenhorst) Migula 263
Phormidium Kützing 374
ambiguum Gomont 382
var. *maior* Lemm. 382
amoenum Kützing 369
angustissimum W. et G. S. West 377
Antarcticum W. et G. S. West 381
autumnale (Agardh) Gomont 388
Bohneri Schmidle 382
Boryanum Kützing 382
f. *flexuosa* (Kützing) Rabenhorst 382
calidum (K. B. H.) Gomont 388
Ceylanicum Wille 386
cincinnatum Itzigsohn 383
Corium (Agardh) Gomont 384
var. *acuminata* Playfair 384
var. *constricta* Playfair 384
Crouani Gomont 386
dimorphum Lemm. 378
favosum (Bory) Gomont 387
var. *spirale* Lemm. 387
fonticola Kützing 384
foveolarum (Mont.) Gomont 377
Phormidium fragile (Meneghini) Gomont 378
frigidum Fritsch 377
Fuellebornii Schmidle 383
glaciale W. et G. S. West 377
f. *longiarticulata* Wille 377
Hansgirgii Schmidle 386
Henningsii Lemm. 378
Hieronymusii Lemm. 383
Jadinianum Gomont 380
Jenkelianum G. Schmid 378
incrustatum (Nägeli) Gomont 386
var. *cataractarum* (Nägeli) Gomont 386
interruptum Kützing 383
f. *tenuior* Rabenhorst 383
inundatum Kützing 384
var. *conspersa* Meneghini 384
var. *symplociformis* Hansgirg 384
laminosum (Agardh) Gomont 382
var. *aeruginea* Boresch 382
f. *homogenea* Wille 382
var. *olivcaeo-fusca* Boresch 382
lividum Nägeli 386
lucidum (Agardh) Kützing 388
luridum (Kützing) Gomont 380
molle (Kützing) Gomont 378
var. *tenuior* W. et G. S. West 378
Naveanum Grunow 381
papyraceum (Agardh) Gomont 384
var. *lutescens* Stockmayer 385
Pristleyi Fritsch 378
purpurascens (Kützing) Gomont 380
var. *circinnatum* Virieux 381
ramosum Boye Petersen 381
Retzii (Agardh) Gomont 383
var. *nigro-violacea* Wille 383
Rotheanum Itzigsohn 384
rubrum Tilden 380

Phormidium Setchellianum Gomont 387
subcapitatum Boye Petersen 381
subfuscum Kützing 387
var. *biforme* Hansgirg 387
var. *inaequale* Nägeli 387
var. *Joannianum* (Kützing) Gomont 387
var. *luteo-fuscescens* Rabenhorst 387
var. *purpurascens* Brügger 387
subuliforme Gomont 381
tenue (Meneghini) Gomont 381
var. *chlorina* Playfair 381
tinctorium Gomont 380
var. *Naegelianum* Kützing 380
toficola (Nägeli) Gomont 387
truncatum Lemm. 382
umbilicatum (Nägeli) Gomont 386
uncinatum (Agardh) Gomont 388
Valderiae (Delponte) Schmidle 381
viride (Vaucher) Lemm. 384
viscosum Lemm. 386
Plectonema Thuret 245
Boryanum Gomont 249
capitatum Lemm. 246
carneum (Kützing) Lemm. 249
crispatum Playfair 448
diplosiphon Woronichin 248
gracillimum (Zopf) Hansgirg 249
nostocorum Bornet 249
notatum Schmidle 249
phormidioides Schmidle 248
purpureum Gomont 249
puteale (Kirchner) Hansgirg 248
radiosum (Schieder-mayer) Gomont 246
Rhenanum Schmidle 250
Schmidlei Limanowska 249
tenue Thuret 250
Tomasinianum (Kützing) Bornet 248
Volkensii Schmidle 248
Wollei Farlow 246
f. *robusta* G. S. West 246
Phragnomena sordidum 82
Pilgeria Schmidle 117
Brasiliensis Schmidle 117
Planosphaerula Borzi 119
natans Borzi 120
Pleurococcus rufescens 82
Pleurocapsa Thuret 126
concharum Hansgirg 128
status *adultus* 128
frondescens 129
muscosus 129
reptans 129
concharum pro. parte 126
cuprea Hansgirg 130
fluviatilis Lagerheim 132
minor (Hansgirg) Geitler 128
Polonica Raciborski 160
rivularis Hansgirg 132
Pleurocapsaceae 124
Pleurocapsales 124
Polychlamydum W. et G. S. West 410
calcicolum Kufferath 410
insigne W. et G. S. West 410
Porphyrosiphon Kützing 409
Kaernbachii (Henn.) De Toni 410
Notarisii (Meneghini) Kützing 409
Pseudocapsa Ercegović 442
dubia Ercegović 442
Proterendothrix W. et G. S. West 389
scolecoidea W. et G. S. West 389
Pseudanabaena Lauterborn 348
catenata Lauterborn 348
constricta (Szafer) Lauterborn 312
tenuis Koppe 349
Pseudoncobyrsa (Kirchner) Geitler 121
lacustris (Kirchner) Geitler 122
siderophila (Naumann) Geitler 122
Pulvinularia Borzi 169
Suecica Borzi 169
Pulvinulariaceae 169

Radaisia Sauvageau 130
Cornuana Sauvageau 130

Rhabdoderma Schmidle et Lauterborn 111
Gorskii Woloszinska 113
irregulare (Naumann) Geitler 113
lineare Schmidle et Lauterborn 112
var. *spirale* Woloszynska 113
minima Lemm. 113
Rivularia (Roth) Agardh 237
aquatica de Wildeman 240
Beccariana (de Notarisi) Bornet et Flahault 239
Biasolettiana Meneghini 239
borealis Richter 240
dura Roth 239
globiceps G. S. West 240
haematites (De Candolle) Agardh 241
Hansgirgi Schmidle 238
intermedia Lemm. 233
minutula (Kützing) Bornet et Flahault 240
planctonica Elenkin 242
rufescens Nägeli 242
Vieillardi (Kützing) Bornet et Flahault 240
Rivulariaceae 205
Rivulariopsis floccosa Woronichin 228
Rosaria N. Carter 189
ramosa N. Carter 190

Sacconema Borzi 243
rupestre Borzi 243
Schizothrix Kützing 411
Sect. Chromosiphon 412, 414
„ Hypheothrix 412, 413
„ Inactis 412, 413
„ Symplocastrum 412, 413
affinis Lemm. 428
Antarctica Fritsch 424
arenaria (Berkeley) Gomont 418
Arnotti Frémy 424
Bioreti Frémy 422
Braunii Gomont 429
calcicola (Agardh) Gomont 418
var. *symplociformis* Hansgirg 418
Schizothrix chalybea (Kützing) Gomont 426
coriacea (Kützing) Gomont 417
var. *endolithica* Eregović 448
var. *epilithica* Eregović 448
var. *incrustans* Eregović 449
cuspidata W. et G. S. West 415
cyanea Nägeli 418
delicatissima W. et G. S. West 420
elongata W. et G. S. West 422
ericetorum Lemm. 429
fasciculata (Nägeli) Gomont 420
fragilis (Kützing) Gomont 415
Friesii (Agardh) Gomont 415
funalis W. et G. S. West 429
fuscescens Kützing 428
Gomontii Weber van Bosse 429
Hawaïensis Lemm. 422
Heufleri Grunow 429
var. *microcoleiformis* (Hansgirg) Forti 429
Kerguelensis Wille 449
lacustris A. Braun 420
Lampi Gomont 426
lardacea (Cesati) Gomont 418
lateritia (Kützing) Gomont 417
var. *Hansgirgii* Woronichin 417
var. *symplocoides* Hansgirg 417
Lenormandiana Gomont 418
Mascarenicum Gomont 415
Mexicana Gomont 422
Muelleri Nägeli 426
Naegelii (Kützing) Geitler 417
natans W. et G. S. West 429
nullipora (Grunow) Geitler 417
pallida (Nägeli) Hansgirg 417
panniformis Rabenhorst 418
penicillata (Kützing) Gomont 424
polytrichoides Fritsch 426
porphyro-melana (Brühl et Biswas) Geitler 449
pulvinata (Kützing) Gomont 420

Schizothriy purpurascens (Kützing) Gomont 426
f. *fasciculata* Frémy 426
f. *pulvinata* Frémy 426
Regeliana Nägeli 418
f. *crassior* Rabenhorst 418
var. *calotrichoidea* Hansgirg 418
rubella Gomont 420
ruber (Meneghini) Gomont 415
rupicola Tilden 429
tenuis Woronichin 417
thelephoroides (Mont.) Gomont 424
tinctoria (Agardh) Gomont 422
undulata Virieux 418
vaginata (Nägeli) Gomont 420
Schmidlea Lauterborn 456
luteola Lauterborn 457
Scytonemataceae 243
Scytonema Agardh 265
amplum W. et G. S. West 271
Arcangelii Bornet et Flahault 268
azureum Tilden 270
badium Wolle 274
brunnea Schmidle 275
calcicolum Kufferath 270
coactile Mont. 270
var. *minor* Wille 270
caldarium Setchell 267
chiastum Geitler 269
Cookei W. et G. S. West 270
crispum (Agardh) Bornet 270
Hansgirgianum P. Richter 268
Hofmanni Agardh 268
Javanicum (Kützing) Bornet 268
insigne W. et G. S. West 267
intertextum (Kützing) Rabenhorst 267
Julianum (Kützing) Meneghini 267
Millei Bornet 271
mirabile (Dillwyn) Bornet 272
var. *Leprieurii* (Mont.) Bornet 272
myochrous (Dillwyn) Agardh 275
Scytonema obscurum (Kützing) Borzi 269
var. *terrestre* Hansgirg 269
ocellatum Lyngbye 272
pulchrum Frémy 272
rivulare Borzi 270
stuposum (Kützing) Bornet 274
Samoënse Wille 271
Simmeri Schmidle 268
tolypotrichoides Kützing 275
varium Kützing 271
Wolleanum Forti 271
Zellerianum Brühl et Bisam 449
Segnenzaea Borzi 252
Sicula Borzi 253
Siphononema Geitler 159
polonicum (Raciborski) Geitler 160
stat. *juvenilis* 160
stat. *chamaesiphonoides* 160
stat. *stigonematoides* 161
stat. *pleurocapsoides* 164
Siphononemataceae 159
Sommierella Borzi 190
Cossyrensis Borzi 191
hormoides (Kützing) Borzi 191
hormoides Borzi (?) 183
Sorochloris Pascher 455
aggregata Pascher 455
Sphaenosiphon aquae-dulcis Reinsch 142
Sphaerodictyon Geitler 104
reticulatum (Lemm.) Geitler 104
Spelaeopogon Borzi 250
Cavarae Borzi 251
lucifugus Borzi 252
Sommieri Borzi 251
Spirillopsis Naumann 111
irregularis Naumann 113
Spirulina Turpin 342
abbreviata Lemm. 346
agilis Kufferath 346
agilissima (Lagerheim) Kirchner 348
albida Kolkwitz 346
caldaria Tilden 346
Corakiana Playfair 347
curta (Lemm.) Geitler 344
flavo-virens Wislouch 346
gigantea Schmidle 347

Spirulina Gomontiana (Setchell) Geitler 344
Gomontii Gutwinski 348
Jenneri (Stizenberger) Geitler 344
labyrinthiformis Meneghini 346
laxa Smith 347
laxissima Kützing 347
maior Kützing 347
Massartii (Kufferath) Geitler 346
Meneghiniana Zanardini 346
Platensis (Nordstedt) Geitler 344
pseudovacuolata Utermöhl 347
princeps W. et G. S. West 348
Schroederi Koppe 347
spirulinoides (Ghose) Geitler 344
subtilissima Kützing 347
tenerrima Kützing 347
tenuior (Lagerheim) Kirchner 348
tenuissima Kützing 346
Stigonema Agardh 182
anomalum Blanchard 183
hormoides (Kützing) Bornet et Flahault 183
informe Kützing 189
la Vardeyi Frémy 185
indicum Schmidle 277
mamillosum (Lyngbye) Agardh 187
mesentericum Geitler 184
minutissimum Borzi 184
minutum (Agardh) Hassal 186
ocellatum (Dillwyn) Thuret 183
var. *globosum* Nordstedt 184
panniforme (Kützing) Hieronymus 183
tenuis (Brühl et Biswas) Geitler 449
tomentosum (Kützing) Hieronymus 183
turfaceum Cooke 186
Stigonemataceae 178
Stigonematales 165
Symploca Kützing 390
cartilaginea (Mont.) Gomont 392
dubia (Nägeli) Gomont 393
elegans Kützing 393
var. *incrustata* Kützing 393
erecta Pevalek 392
Flotowiana Kützing 392
melanocephala Kützing 392
Meneghiniana Kützing 392
muralis Kützing 392
var. *hormoides* (Meneghini) Forti 392
muscorum (Agardh) Gomont 391
var. *caldariorum* Lemm. 391
f. *coerula* Danilow 449
var. *fusca* Frémy 392
f. *recta* Danilow 450
var. *rivularia* (Wolle) Tilden 392
f. *typica* Danilow 449
parietina (A. Braun) Gomont 393
radians (Kützing) Rabenhorst 392
Ralfsiana Rabenhorst 390
thermalis (Kützing) Rabenhorst 393
Yappii G. S. West 393
Synechococcus Nägeli 110
aeruginosa Nägeli 111
brunneolus Rabenhorst 111
Cedrorum Sauvageau 111
elongatus Nägeli 111
endobioticus Elenkin et Hollenbach 111
Kerguelensis Wille 442
Synechocystis Sauvageau 109
aquatilis Sauvageau 110
Pevalekii Ercegovic' 442

Tapinothrix Sauvageau 211
Borneti Sauvageau 212
mucicola Borge 211
Talpophila Borzi 201
Cossyrensis Borzi 201
Tetrachloris Pascher 455
inconstans Pascher 456
Tetrapedia Reinsch 117
aversa W. et G. S. West 118
crux-Melitensis Reinsch 119
glaucescens (Wittrock) Boldt 118
gothica Reinsch 118
foliacea Turner 119
morsa W. et G. S. West 118
Penzigiana De Toni 119

Reinschiana Archer 118
setigera Archer 119
trigona W. et G. S. West 119
Wallichiana Turner 119
Tolypothrix Kützing 254
arenophila W. et G. S. West 261
Bouteillei (Brébisson et Desmazières Lemm. 258
byssoidea (Berkeley) Kirchner 258
campylonemoides Ghose 258
conglutinata Borzí 260
var. *colorata* Ghose 261
crassa W. et G. S. West 261
distorta Kützing 257
var. *penicillata* (Agardh) Lemm. 257
var. *Samoënsis* Wille 258
var. *symplocoides* Hansgirg 258
Elenkinii Hollerbach 450
f. *saccoideo-fasciculata* Hollerbach 450
fasciculata Gomont 260
helicophila Lemm. 258
lanata Wartmann 257
limbata Thuret 260
polymorpha Lemm. 258
Ravenellii Wolle 260
Rechingeri (Wille) Geitler 259
f *saxicola* Wille 260
rivularis Hansgirg 257
rupestris Wolle 260
Setchellii Collins 260
tenuis Kützing 255
var. *Wartmanniana* (Kützing) Hansgirg 255
Trichodesmium Ehrenberg 349
lacustre Klebahn 362

Voukiella Ercegović 450
rupestris Ercegović 450

Westiella Borzí 192
intricata Borzí 193
lanosa Frémy 193
Wollea Bornet et Flahault 308
saccata (Wolle) Bornet et Flahault 308

Xenococcus Thuret 134
fluviatilis (Lagerheim) Geitler 135
gracilis Lemm. 132
Kerneri Hansgirg 135
minimus Geitler 132
rivularis (Hansgirg) Geitler 135

Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.

Herausgegeben von Prof. Dr. **A. Pascher** (Prag).

*) Heft 1: **Flagellatae I.** (Farblose Flagellaten.) Allgemeiner Teil, von A. Pascher; *Pantostomatinae*, *Protomastiginae*, *Distomatinae*, von E. Lemmermann. Mit 252 Abbild. im Text. IV, 138 S. 1914 Rmk 3.50, geb. 4.50

*) Heft 2: **Flagellatae II.** *Chrysomonadinae*, *Cryptomonadinae*, *Eugleninae*, *Chloromonadinae und gefärbte Flagellaten unsicherer Stellung*. Von A. Pascher und E. Lemmermann. Mit 398 Abbild. im Text. IV, 192 S. 1913 Rmk 5.—, geb. 6.—

*) Heft 3: **Dinoflagellatae (Peridineae)** *(Flagellatae III)*. Von A. J. Schilling. Mit 69 Abbild. im Text. IV, 66 S. 1913 Rmk 1.80, geb. 2.80

Heft 4: **Volvocales** *(Flagellatae IV)*. ***Chlorophyceae*** I (allgemeiner Teil.) Von A. Pascher und H. Printz.

*) Heft 5: **Chlorophyceae II.** *Tetrasporales*. *Protococcales*. *Einzellige Gattungen unsicherer Stellung*. Bearbeitet von E. Lemmermann, J. Brunnthaler und A. Pascher. Mit 402 Abbild. im Text. IV, 250 S. 1915 Rmk 6.40, geb. 7.50

) Heft 6: **Chlorophyceae III.** *Ulotrichales*, *Mikrosporales*, *Oedogoniales*. Von W. Heering. Mit 385 Abbild. im Text. IV, 250 S. 1914. Rmk 6.—, geb. 7.—

*) Heft 7: **Chlorophyceae IV**, *Siphonales*, *Siphonocladiales*. Von W. Heering †, Hamburg. Mit 94 Abbild. im Text. IV, 103 S. 1921 Rmk 2.50, geb. 3.50

Heft 8: **Desmidiaceae.** Von J. Lütkemüller und R. Grönblad.

*) Heft 9: **Zygnemales.** Von O. Borge und A. Pascher. Mit 89 Abbild. im Text. IV, 51 S. 1913. Rmk 1.50, geb. 2.50

*) Heft 10: **Bacillariales (Diatomeae).** Von H. v. Schönfeldt. Mit 379 Abbild. im Text. IV, 187 S. 1913 Rmk 4.— geb. 5.—

*) Heft 11: **Heterokontae.** Von A. Pascher. — **Phaeophyta.** Von A. Pascher. — **Rhodophyta.** Von J. Schiller. — **Charophyta.** Von W. Migula. Mit 208 Abbild. im Text. IV, 250 S. 1925. Rmk 9.—, geb. 10.—

*) Heft 12: **Cyanophyceae.** Von L. Geitler.

Heft 13: **Schizomycetes.** Von R. Kolkwitz. — **Fungi.** — **Lichenes.** Von A. Zahlbruckner.

*) Heft 14: **Bryophyta** *(Sphagnales, Bryales, Hepaticae)*. Von C. H. Warnstorf, W. Mönkemeyer, V. Schiffner. Mit 500 Abbild. im Text. IV, 222 S. 1914 Rmk 5.60, geb. 6.60

Heft 15: **Pteridophyta, Anthophyta.** Von G. Beck v. Mannagetta.

Heft 16: **Phytoplankton.** Von A. Pascher.

Die mit *) versehenen Hefte sind erschienen. Jedes Heft ist einzeln käuflich.

Druck von Ant. Kämpfe, Jena.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00893 2212

Julius Hager, Buchbinderei, Leipzig.